

Informe final* del Proyecto L173
Autoecología de las lagartijas de arena *Uma parapygas* y *Uma exsul* (Sauria: Phrynosomatidae) en las dunas del Bolsón de Mapimí

Responsable: Dr. Héctor Gadsden Esparza
Institución: Instituto de Ecología AC
Centro Regional-Durango
Departamento de Fauna Silvestre
Dirección: Carretera Mazatlán Km 5, Durango, Dur, 34000 , México
Correo electrónico: N/D
Teléfono/Fax: 01(18)12 1483, 01(18)12 2394 Fax: 01(18)12 3632
Fecha de inicio: Noviembre 14, 1997
Fecha de término: Abril 3, 2000

Principales resultados: Informe final, Hoja de cálculo

Forma de citar el informe final y otros resultados:** Gadsden Esparza, H., 2000. Autoecología de las lagartijas de arena *Uma parapygas* y *Uma exsul* (Sauria: Phrynosomatidae) en las dunas del Bolsón de Mapimí. Instituto de Ecología AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L173.** México D. F.

Forma de citar hoja de cálculo: Gadsden Esparza, H., 2000. Autoecología de las lagartijas de arena *Uma parapygas* y *Uma exsul* (Sauria: Phrynosomatidae) en las dunas del Bolsón de Mapimí. Instituto de Ecología AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L173.** México D. F.

Resumen:

Uma es el único género de lagartijas restringido únicamente a los depósitos eólicos de arena. Las tres especies de este taxón que viven en el sudoeste de Estados Unidos han sido estudiadas en mayor profundidad. No obstante, se conoce muy poco de las dos especies endémicas mexicanas *Uma exsul* y *Uma parapygas* las cuales viven en el centro del Desierto Chihuahuense. Se ha detectado que la variabilidad genética de *Uma* es extremadamente baja (reflejo de la elevada consanguinidad), encontrándose la mayor erosión genética en las dos especies mexicanas. La importancia de este trabajo de autoecología radica en que puede servir como modelo para estudiar la respuesta de diversos parámetros poblacionales (fluctuaciones de la densidad, biomasa, sobrevivencia, ámbito hogareño, etc.) en especies que presentan muy poca variabilidad genética, una distribución geográfica puntual y están sujetas a un solo hábitat. Asimismo a partir del monitoreo y estimación de varias características poblacionales en estos dos lacertilios, se pondrá una estrategia para conservar algunos ecosistemas de dunas en donde habiten. *Uma exsul* requiere de una urgente protección, debido tanto a las causas mencionadas arriba como al crecimiento del cordón agrícola e industrial en la región de "La Laguna", que paulatinamente ha ido envolviendo a la pequeña zona de dunas en donde habita este reptil. Ligado a esto, la escasa diversidad vegetal y la poca cobertura de la misma en estos ecosistemas, determina que sean muy frágiles a las múltiples alteraciones a las que esta siendo sujeto su hábitat. *Uma parapygas* aunque habita en la zona de amortiguación de la Reserva de la Biósfera de Mapimí, ha sido poco estudiada y requiere de un monitoreo poblacional constante, debido a que se ha detectado que el número de organismos adultos en las poblaciones es muy bajo y las zonas donde habita están siendo sujetas a una fuerte presión de pastoreo por el ganado que pisa y afecta considerablemente los microhábitats en donde vive esta especie.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD**

AUTOECOLOGÍA DE LAS LAGARTIJAS DE ARENA

**Uma paraphygas y Uma exsul (SAURIA:
PHRYNOSOMATIDAE) EN LAS DUNAS DEL
BOLSÓN DE MAPIMÍ**

INFORME TÉCNICO FINAL, MARZO DEL 2000: CLAVE CONABIO: L173

**INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A. C.
CENTRO REGIONAL CHIHUAHUA**

Y

**UNIVERSIDAD JUAREZ DEL ESTADO DE DURANGO
ESCUELA SUPERIOR DE BIOLOGÍA**

DIRECTOR DEL PROYECTO: DR. HÉCTOR GADSDEN ESPARZA

**COLABORADORES: BIÓL. HUGO LÓPEZ CORRUJEDO
BIOL. LUIS ENRIQUE PALACIOS ORONA
BIÓL. JOSÉ LUIS ESTRADA RODRÍGUEZ
BIÓL. ULISES ROMERO MÉNDEZ BIÓL.
ANCELMO ORONA ESPINO**

RESUMEN

Durante los años 1997-1999 se estudiaron por el método de captura-recaptura varias poblaciones de las lagartijas de arena *Uma exsul* y *Urda paraphygas* (endémicas y en peligro de extinción) en la región central del Bolsón de Mapimí en el centro del Desierto Chihuahuense. Los parámetros esenciales de las poblaciones como: sobrevivencia, fecundidad, tasa de reemplazamiento por generación ($R_0 = 1.a.$, en ambas especies) y la fluctuación de sus densidades; nos muestran que en general las poblaciones estudiadas parecen estar en "equilibrio". El mismo se logra a pesar de los cambios drásticos ambientales entre años (como la disminución del aporte pluvial).

No obstante que en Mapimí existe una mayor biodiversidad vegetal (los microhábitats son más diversos) y aparentemente existe una mayor heterogeneidad y abundancia de artrópodos (alimento de estas lagartijas), no se obtuvo una densidad significativamente mayor que en las áreas del Municipio de Viesca. Lo cuál nos indica que existen otros parámetros que están regulando la densidad en este grupo de lagartijas, como podría ser el comportamiento agonístico de estas especies.

Sin embargo, el problema crucial (sobre todo en la zona donde habita *U. exsul*) es el deterioro y fragmentación de su hábitat por acciones antropogénicas. Se propone una estrategia holística para la conservación de varias áreas ("Santuarios") que abarquen ciertos ecosistemas de dunas (que cumplan específicos requerimientos ecológicos, físicos y de extensión) y que considere fundamentalmente los siguientes aspectos: a) visión de comunidad biológica, b) características inherentes de las lagartijas de arena (ecológicas y genéticas), c) monitoreo permanente de las poblaciones, d) difusión y programas educativos (considerando como crucial la participación de la gente local que vive en los ejidos) sobre la fragilidad de las dunas y su uso potencial en ecoturismo controlado, e) evitar en lo posible que desaparezca la dinámica física natural de las dunas de arena, g) designar oficialmente de preferencia varias áreas protegidas para la conservación de los ecosistemas de dunas que aún subsisten, y h) fomentar un plan de colaboración internacional con el sistema de conservación del hábitat de la lagartija *Uma inornata* del Valle de "Coachella" en el sur de California.

INTRODUCCIÓN

Urna es el único género de lagartijas restringido únicamente a los depósitos eólicos de arena (Mosauer, 1935; Norris, 1958; Commins y Savitzky, 1973). Las tres especies de este taxon que viven en el sudoeste de Estados Unidos han sido estudiadas en mayor profundidad (Mosauer, 1932, 1935; Mayhew, 1965, 1966a, 1966b; Pough, 1969). No obstante, se conoce muy poco de las dos especies endémicas mexicanas *Urna exsul* y *Urna paraphygas* las cuales viven en el centro del Desierto Chihuahuense (Schmidt y Boger, 1947; Gadsden-Esparza et al., 1993; Gadsden y Palacios-Orona, 1997). La distribución de *U. exsul* es puntual y se restringe exclusivamente al extremo sudoeste de Coahuila y *U. paraphygas* se encuentra distribuida en el sudeste de Chihuahua y la Laguna del Rey en Coahuila (Morafka, 1976). La distribución de esta última se encuentra englobada dentro del área que corresponde a la zona de amortiguación de la Reserva de Biosfera de Mapimí.

Adest (1977) detectó que la variabilidad genética de *Uma* es extremadamente baja (reflejo de la elevada consanguinidad), encontrando la mayor erosión genética en *U. paraphygas* y en *U. exsul*. Nevo et al. (1974) propusieron que posiblemente la selección a favor de homocigotos, puede haber operado como una respuesta adaptativa dentro del constante y uniforme hábitat de dunas. Sin embargo, Morafka et al. (1992) han propuesto que las poblaciones relictas de estos organismos, confinadas durante mucho tiempo en sistemas insulares de dunas limítrofes al Bolsón de Mapimí, pueden haber presentado fenómenos de deriva genética por la pérdida de sintopía o parapatría, provocando especiación dentro de este complejo de reptiles,

Es sabido que la heterogeneidad ambiental moldea el conjunto de características de adecuación de los individuos, modificando sus estrategias de historias de vida (Benabib, 1993). Las lagartijas de arena *U. exsul* y *U. paraphygas* han desarrollado estrategias adaptativas muy peculiares y exitosas, aunque por acciones antrópicas (sumadas a los procesos prolongados y recurrentes de la sequía) los ecosistemas en donde habitan están siendo fragmentados y afectados drásticamente, originando una disminución en los números de población efectiva y ocasionando un alto índice de endogamia, colocando a estas dos especies en peligro de extinción debido a que no se cuenta con una estrategia que conserve sus ecosistemas. Por tal motivo, es indispensable desarrollar estudios de ecología de sus poblaciones que proporcionen información de las densidades poblacionales, tasas de crecimiento de los individuos, tasas de reemplazamiento poblacional, estructura de clases de edad, estrategias reproductoras, y vagilidad de organismos. En este trabajo, se pretende explorar a través del tiempo la estructura y dinámica de cuatro

poblaciones del género *Urna* (dos de *U. paraphygas* y dos de *U. exsul*).

Solamente después de conocer el comportamiento de los patrones fundamentales de las poblaciones, así como los de su ambiente, se podrán establecer bases sólidas y viables para ejercer planes de conservación y protección robustos de algunos ecosistemas en donde aún habitan estos organismos (Barbault, 1980; Muth y Fisher, 1991; Gadsden, 1995; Turner y Shwalbe, 1998).

El propósito fundamental de este trabajo es el de sentar la base (con el conocimiento que aporte el monitoreo de la conducta de algunas características esenciales de las poblaciones) a partir de la cual se puedan sumar otros elementos para proponer una estrategia holística de conservación de algunos manchones de dunas en donde se localizan estos reptiles.

OBJETIVO GENERAL

Proponer una estrategia viable para conservar algunos ecosistemas de dunas en donde habiten las lagartijas de arena *U. paraphygas* y *U. exsul*.

OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Estimar la sobrevivencia y la fecundidad para individuos de distintas clases de edad y calcular la tasa de reemplazamiento por generación de *U. exsul* y *U. paraphygas*.
- b) Estimar la densidad y biomasa estacional y monitorear sus fluctuaciones interestacionales e interanuales de varias poblaciones de estas lagartijas, e inferir que factores fundamentales pueden estar regulando estos parámetros.
- c) Calcular las áreas de actividad para individuos de diferentes clases de edad y sexo e inducir la estructura social probable de las poblaciones,

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Urna exsul y *Uma paraphygas* son los taxa más primitivos de este grupo de lagartijas. (Commins y Savitzky, 1973; Adest, 1977). Su importancia radica en que pueden servir como modelo para estudiar la respuesta de diversos parámetros poblacionales en especies que presentan una gran erosión genética, una distribución geográfica puntual y están sujetas a un solo hábitat. Asimismo, *U. exsul* requiere de una urgente protección, debido tanto a las causas mencionadas

arriba como el crecimiento del cordón agrícola industrial en la región de "La Laguna", que paulatinamente han ido envolviendo a la pequeña zona de dunas en donde habita este reptil. Ligado a esto, la escasa diversidad vegetal y la poca cobertura de la misma en estos ecosistemas, determinan que sean muy frágiles a las múltiples alteraciones a las que esta siendo sujeto su hábitat como: extracción de la planta gobernadora *Larrea tridentata* (prácticamente el único microhábitat de *U. exsul*), tala intensiva de mezquites, remoción de arena para construcción, instalación de basureros, carreras de autos todo terreno, y reconversión de las dunas para uso agrícola.

Una paraphygas aunque habita en la zona de amortiguación de la Reserva de Biosfera de Mapimí, ha sido poco estudiada y requiere de un monitoreo poblacional constante, debido a que se ha detectado que el número de organismos adultos en las poblaciones es muy bajo y las zonas donde habita están siendo sujetas a una fuerte presión de pastoreo por el ganado bovino, que pisa y afecta considerablemente los escasos manchones de vegetación en donde vive este lacertilio.

Para proponer una estrategia bien fundamentada que se enfoque a la conservación de los ecosistemas en donde habitan estas especies de reptiles, son esenciales los estudios de ecología de sus poblaciones; los cuales deben estar apoyados, entre otros factores, en el conocimiento de las fluctuaciones de densidad y biomasa, estimaciones de sobrevivencia y fecundidad, el cálculo de la tasa de reemplazamiento por generación, la estructura de edad de las poblaciones, sus áreas de actividad, su potencial de vagilidad. Así como detectar los principales factores que operan en la regulación de esos parámetros.

Los antecedentes más recientes en torno al estudio de estas lagartijas están reflejados por un convenio entre el Instituto de Ecología, A.C. y La Universidad Juárez del Estado de Durango (firmado por ambas instituciones en junio de 1996) el cual se originó inicialmente por el interés de estudiar *U. exsul* y posteriormente se extendió a otros aspectos de cooperación interinstitucional. Uno de los logros ha sido la formación de un equipo de trabajo para estudiar la evolución de los ecosistemas de esta especie de lagartija que está en inminente peligro.

Con recursos muy limitados del IE y de la UJED se vino desarrollando el trabajo de campo en torno a *U. exsul* desde mediados de 1996 y dentro del mismo proyecto colaboran tres profesores de la misma universidad, se han finalizado tres tesis de licenciatura y también se han iniciado otras dos tesis. Durante este estudio se han reunido datos de la densidad poblacional, biomasa, áreas de actividad, estructura de edad y sobrevivencia estacional de esta lagartija. Sin embargo, es necesario un monitoreo interanual para poder elaborar tablas de vida. La importancia de esto radica en que se podrán calcular parámetros tan esenciales como la tasa de crecimiento de las poblaciones y su estructura de

edades "final" o estable. De esta forma, se tendrá la posibilidad de calcular la tasa de reproducción per capita y detectar si las poblaciones están aumentando o decreciendo. Así mismo, es importante investigar como se ven afectados esos parámetros en años con escasa y mayor precipitación. De esta manera, se podrán tomar medidas de conservación más fundamentadas para preservar los sistemas ecológicos en donde habita esta especie.

Tomando en consideración que otras especies del complejo *Uma* (que viven en el sudoeste de los Estados Unidos) alcanzan la madurez sexual en un año. Entonces para lograr los objetivos mencionados arriba, es necesario monitorear las poblaciones un mínimo de tres años. Si tomamos en cuenta el año del cuál ya teníamos datos de estas especies, fue necesario continuar el estudio dos años más para alcanzar los objetivos propuestos y posteriormente intentar conservar los ecosistemas de dunas en donde habitan estas especies endémicas de *Uma*, que están estrechamente emparentadas y tienen una distribución geográfica contigua.

Por otra parte, cabe mencionar que previamente al convenio mencionado, se concluyeron otras tres tesis de licenciatura que abordaron algunos aspectos alimentarios y de reproducción tanto de *U. paraphygas* en Mapimí, como de *U. exsul* en Viesca, Coahuila. En el caso de *U. paraphygas* ya se tienen publicados los resultados de alimentación y de reproducción.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo. El estudio se desarrolló de 1997 a 1999 durante las cuatro estaciones del año en las que tienen actividad *U. paraphygas* y *U. exsul* (Primavera, Verano, Otoño, e Invierno; quince días en cada una). La primera especie se trabajó en la región central del Bolsón de Mapimí en las dunas de arena de la Reserva de Biosfera de Mapimí y la segunda hacia el sur en una zona contigua a Mapimí en Viesca, Coahuila. Los cuatro sitios de estudio (dos en Mapimí y dos en Viesca) fueron permanentes y se delimitaron con estacas. A su vez, cada área (dos hectáreas por cada sitio) se delimitó con subcuadrantes de 20 x 20 m (Tinkle y Ballinger, 1972; Tinkle y Dunham, 1986). En Mapimí la vegetación predominante es de *balea scoparia*, *Yuca elata*, *Acacia greggi*, *A. constrícta*, *Lycium berlandieri*, *Larrea tridentata* y *Zinnia acerosa*. En el Municipio de Viesca la vegetación que domina es de *Larrea tridentata* y en menor proporción *Suaeda nigriscens*, e *Hilaria mutica*.

Captura-Recaptura. La captura de las lagartijas se efectuó por la técnica de lazada con una caña de pescar provista de un nudo corredizo en su extremo. Cada individuo fue marcado permanentemente por ectomización de

falanges y se le asignó un número (Tinkle, 1967). ASIH et al. (1987) y Ferner (1979) han propuesto que la ectomización de falanges tiene poco o ningún efecto en la adecuación subsecuente de los individuos y su comportamiento.

Los datos de cada individuo capturado se registraron en una hoja de cálculo tipo EXCELL 5.0 e incluyen: sexo, longitud Hocico-cloaca (LHC) con una regla plástica (± 1 mm), peso con una balanza Pessola (± 0.2 g si < 10 g y ± 0.5 g si $\sim > 10$ g), longitud de la cola (regenerada y no regenerada), ausencia o presencia de huevos (en el caso de hembras), microhábitat (donde se observó originalmente al organismo antes de ser capturado), localización de los individuos por medio de una medida bicoordenada, fecha y hora del día. Después de obtener los datos de los animales capturados, se liberaron en el punto donde inicialmente fueron observados. Se utilizaron temporalmente marcas dorsales de pintura para minimizar las capturas repetidas y facilitar el contar a los individuos previamente marcados para las estimaciones de densidad, biomasa, radio sexual, y áreas de actividad (Seber, 1973; Krebs, 1989). Este método de captura-recaptura también nos permitió obtener información sobre el crecimiento, edad de madurez sexual y sobrevivencia (Tinkle y Dunham, 1986).

Tamaño de las poblaciones. Las estimaciones de la densidad se obtuvieron por el método de Schnabel (1938) con la siguiente ecuación:

$$N = \sum (Ct Mt) / \sum Rt$$

en donde N es la estimación del tamaño de la población al tiempo de marcaje, Ct es el número total de individuos capturados en la muestra t, Mt es el número de individuos marcados en la población justo antes de que la tth muestra sea tomada y Rt es el número de individuos previamente marcados cuando se captura la muestra t (Krebs, 1989). Así mismo, las densidades también se estimaron por el método de Schumacher y Eschmeyer (1943) que según Seber (1982) es más robusto y útil para múltiples censos.

Biomasa. La biomasa de las poblaciones se expresa como peso por unidad de área y se usó la siguiente ecuación:

$$B = (D) (W) = (D) (\sum W/n),$$

en donde B es la biomasa (g/ha), EW es la suma de los pesos de los organismos individuales en una muestra, y D es la densidad (número de individuos por hectárea), W es el peso promedio por individuo tomado al azar de una muestra, y n es el número de individuos en la muestra (Seber, 1982).

Áreas de actividad. Para el cálculo del ámbito hogareño de los organismos, se utilizaron las localizaciones de los individuos, las cuáles se analizaron por medio del programa McPAAL por el método del polígono convexo no ajustado, PC (Stüwe y Blohowiak, 1985).

Estructura de edades. La estructura de edad de las poblaciones se obtuvo por clases de edad al registrar la proporción de individuos de cada clase de edad (Brower y Zar, 1980). El tamaño de los individuos (LHC) y algunas características externas (cicatriz umbilical, escamas postanales bien definidas, condición reproductora, y patrones de coloración) determinaron la clase de edad a la que pertenecen.

Crecimiento. Los datos de crecimiento se obtuvieron a través de recapturas periódicas (estacionales) de animales de edad conocida. Las tasas de crecimiento tanto de LHC como de peso corporal se calcularon a partir de las tasas finitas de incremento diario en talla y peso, dividiendo la suma total de aumento de cada organismo entre el número de individuos a los que se les pudo llevar un registro y ese resultado se volvió a dividir entre la cantidad de días que transcurrieron entre una estación y otra. Esto permitió posteriormente obtener las trayectorias de crecimiento promedio de las distintas poblaciones de estas lagartijas.

Tasa de reemplazamiento poblacional. Este parámetro se estimó de acuerdo con los procedimientos de Tinkle y Ballinger (1972) y Gadsden-Esparza y AguirreLeón (1993), en el que a partir de la estructura de edad de la población, se utilizó la composición promedio de la edad de la misma a través del período de estudio. Con éstos datos se obtuvieron tipos de sobrevivencia que permitieron la construcción de tablas de vida de tipo estático o vertical (Krebs, 1985 y 1989).

Reproducción. La mayoría de la información sobre la reproducción (fecundidad) de estas dos especies de lagartijas, se obtuvo de muestras recolectadas en otras dunas de las dos zonas de estudio durante 1990 en la Reserva de Biosfera de Mapimí, Durango (*U. paraphygas*) y durante 1992 en Viesca, Coahuila (Palacios-Orona, 1993; Dávila-Carrasco, 1995). Esas muestras aportaron datos sobre la duración de la estación reproductora y el tamaño de nidada, la cual fue estimada al contar los folículos ováricos durante la vitelogénesis, huevos oviductales y cuerpos lúteos.

Los datos climatológicos (1997-1999) se obtuvieron de las estaciones meteorológicas más cercanas a las zonas de estudio (Laboratorio del Desierto en la Reserva de Biosfera de Mapimí para *U. paraphygas* y en Matamoros, Municipio de Viesca, Coahuila en el caso de *U. exsul*) ver Figs. A y B.

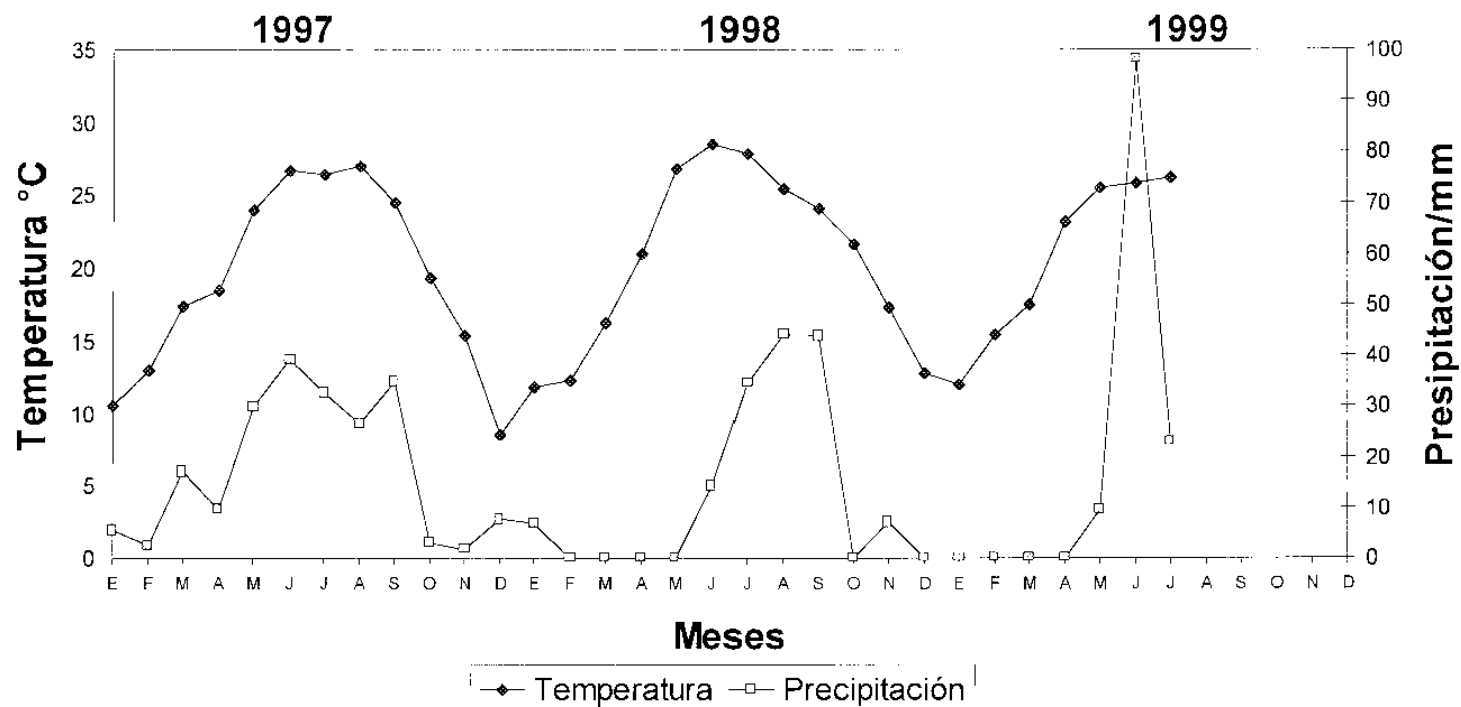


Fig. A. Tatos climatológicos (1997-1999) de la estación meteorológica de la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

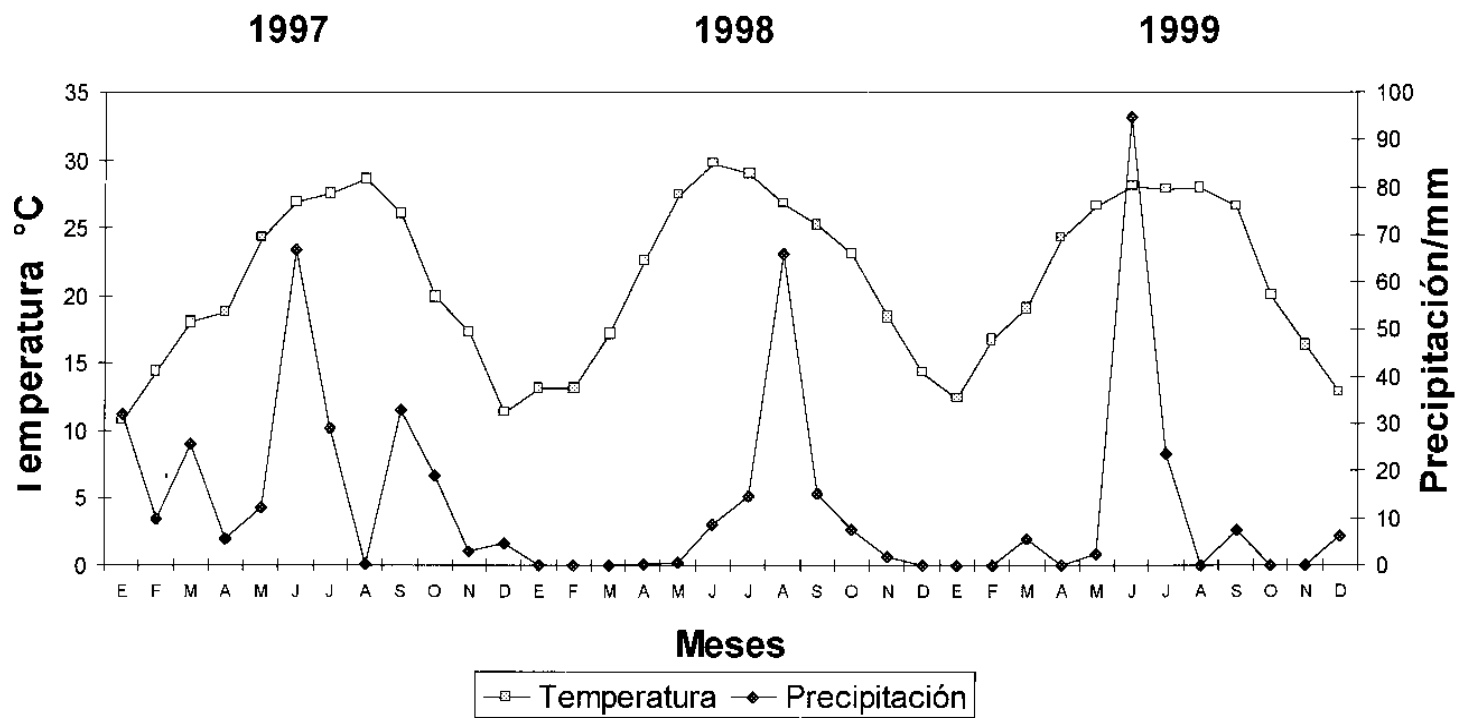


Fig. B. Datos climatológicos (1997-1999) de la estación meteorológica de Matamoros Coah. (CELALA-2000).

RESULTADOS

Para cada clase de edad, se delimitó el intervalo del tamaño de los individuos (LHC) en mm, de la siguiente manera:

<i>Uma exsul</i>	Hembras	Machos
Adultos	> 55 - 75	> 70 - 100
Subadultos	> 45 - 54	> 57 - 79
Jóvenes	? 38 - 44	> 49 - 56
Crías	< 37	< 48

Uma parapygas

Adultos	? 46 - 70	> 70 - 89
Subadultos	? 41 - 45	> 50 - 69
Jóvenes	> 37 - 40	> 37 - 50
Crías	36	< 36

AGOSTO 1999

Densidad

En el mes agosto de 1999, se obtuvo la determinación de la densidad absoluta (por el recuento de toda la población y por captura-recaptura) tanto para adultos como para todas las clases de edad unidas, en las cuatro áreas de muestreo (Viesca y Bilbao, Coahuila y en Duna 1 y Duna 2 de la Reserva de Biosfera de Mapimí, Durango), ver Cuadro 1 y Fig. 1.

Para *U. exsul* de Viesca se obtuvo un recuento total de 30 i/2ha (15 hembras y 15 machos) de los cuales se registraron 11 hembras adultas y 6 machos adultos. La estimación de la población por captura-recaptura al usar el método de Petersen fue de 54.6 i/2ha y por Schumacher fue de 27.2 i/2ha considerando todas las clases de edad. Para adultos las densidades por Petersen y Schumacher fueron de 29.3 i/2ha y 15.5 i/2ha respectivamente (Cuadro 1).

En *U. exsul* de Bilbao se encontraron un total de 42 i/2ha (13 hembras y 29 machos) de los cuales 6 eran hembras adultas y 7 machos adultos. Para todas las clases de edad la densidad por el método de Petersen se estimó en 62.9 i/2ha,

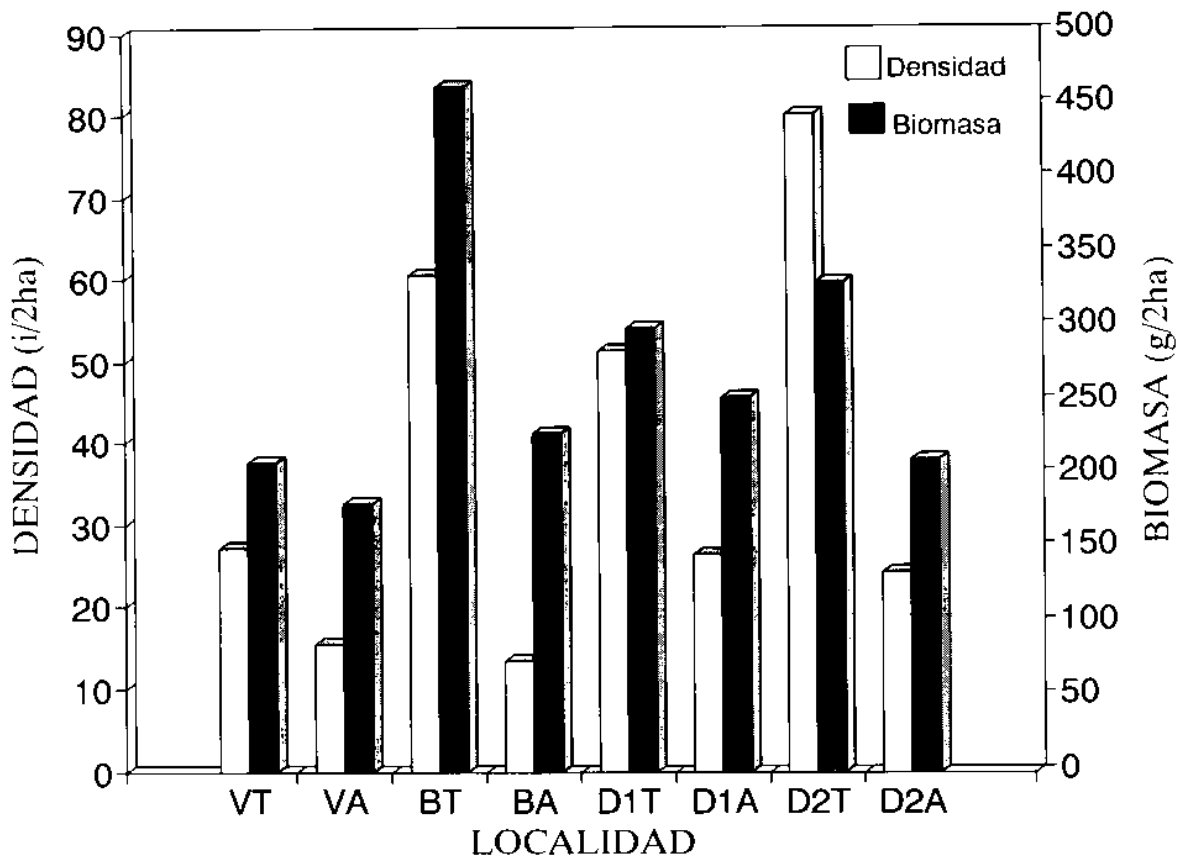


Fig. 1. Densidad (Schumacher) y biomasa de *Uma exsul* (Viesca y Bilbao, Coahuila) y *Uma parapygas* (Duna 1 y Duna 2, Reserva de Biosfera de Mapimí) en agosto de 1999. VT = Viesca Todas Clases de Edad, VA = Viesca Adultos, BT = Bilbao Todas Clases de Edad, BA = Bilbao Adultos, D1T = Duna Uno Todas Clases de Edad, D1A = Duna Uno Adultos, D2T = Duna Dos Todas Clases de Edad, D2A = Duna Dos Adultos.

mientras que por el método de Schumacher fue de 60,5 i/2ha. En adultos de Bilbao la densidad por el método de Petersen y Shumacher fue de 17.5 i/2ha y 13.5 i/2ha respectivamente.

En U. parapygas de Mapimi (Duna 1) se capturaron un total de 49 individuos (26 hembras y 23 machos), de los cuales 19 eran hembras adultas y 4 machos adultos. La estimación de la densidad por el método de Petersen fue de 74.6 i/2ha mientras que por el método de Schumacher fue de 51.3 i/2ha. En adultos la densidad por Petersen y Schumacher fue de 30.7 i/2ha y 26.4 i/2ha respectivamente.

En la Duna 2 se detectaron en total 71 i/2ha (42 hembras y 29 machos) de los cuales 18 eran hembras adultas y 5 machos adultos. La estimación de la densidad por el método de Petersen fue de 100.8 i/2ha mientras que por el método de Schumacher fue de 80.0 i/2ha. En adultos la densidad por Petersen y Schumacher fue de 27.8 i/2ha y 24.3 i/2ha respectivamente.

El promedio de densidad (TCE) para Viesca y Bilbao unidas fue de 58.8 i/2ha por Petersen y 43.9 i/2ha por el método de Schumacher. Y para adultos fue de 23.4 i/2ha y 14.5 i/2ha respectivamente. Para Mapimi, Duna 1 y Duna 2, el promedio de densidad para todas las clases de edad por los métodos de Petersen y Schumacher fue de 87,7 i/2ha y 65.7 i/2ha respectivamente, mientras que para adultos fue de 29.3 i/2ha y 25.3 i/2ha respectivamente.

Cuadro 1. Densidad absoluta por recuento total y por captura-recaptura (i/2ha) para distintas poblaciones de *Uma exsul* (Viesca y Bilbao) y *Uma parapygas* (Mapimí, Duna 1 y Duna 2) para el mes de agosto de 1999. TCE = Todas las clases de edad.

Población		Densidad absoluta		
		Recuento total	Captura-Recaptura	
			Petersen 95%	Schumacher
TCE		30	54.6	27.2
	Viesca			
Adultos		17	29.3	15.5
TCE		42	62.9	60.5
	Bilbao			
Adultos		13	17.5	13.5
TCE		49	74.6	51.3
	Duna 1			
Adultos		23	30.7	26.4
TCE		71	100.8	80.0
	Duna 2			
Adultos		23	27.8	24.3

Biomasa

En agosto de 1999 se realizó para *U. exsul* el cálculo de biomasa utilizando las estimaciones de las densidades obtenidas por los métodos de Petersen y de Schumacher, obteniéndose los siguientes resultados (Cuadro 2 y Fig. 1).

Como puede apreciarse en la población de Bilbao, para todas las clases de edad, se obtuvo la mayor biomasa por ambos métodos, con Petersen y Schumacher (482.1 y 464.2 g/2ha, respectivamente). Al utilizar los resultados

obtenidos por Schumacher se obtuvo la menor biomasa para todas las clases de edad en Viesca con 208.6 g/2ha. En cambio, por Petersen (para todas las clases de edad) se observó la menor biomasa en Mapimí Duna 2 y en Viesca, con 417.3 y 418.9 g/2ha respectivamente. En adultos, se observa que no hay una diferencia considerable entre las estimaciones de la biomasa usando los resultados de la densidad estimada por Petersen y Schumacher (excepto en Viesca). Además, se aprecia que la biomasa obtenida con la densidad calculada por Schumacher, se acerca más a los valores de la biomasa absoluta obtenida a partir del recuento total. Sin embargo, la mayor biomasa (usando las estimaciones de Petersen) se dio en adultos de Viesca con 342.7 g/2ha, mientras que la menor fue en Mapimí Duna 2 con 240.8 g/2ha. Por otra parte, al usar los resultados de Schumacher, la mayor biomasa fue en Mapimí Duna 1 (253.6 g/2ha) y la menor en Viesca (181.0 g/2ha).

Cuadro 2. Biomasa (g/2ha) de *Uma exsul* (Viesca y Bilbao) y *Uma paraphygas* (Mapimí, Duna 1 y Duna 2) en agosto de 1999. Se consideraron los datos de las estimaciones de densidad por los métodos de Petersen 95% y Schumacher. TCE = Todas las clases de edad.

Población	No. de organismos	E de los pesos	Biomasa	
			Petersen 95%	Schumacher
TCE	30	230.2	418.9	208.6
Viesca				
Adultos	17	198.7	342.7	181.0
TCE	42	322.0	482.1	464.2
Bilbao				
Adultos	13	220.0	295.5	227.7
TCE	49	286.8	436.5	300.2
Duna 1				
Adultos	23	220.9	294.4	253.6
TCE	71	293.8	417.3	331.4
Duna 2				
Adultos	23	199.4	240.8	210.9

Áreas de actividad

En agosto de 1999 se depuraron en total los datos de 81 individuos trabajados para Viesca y 94 para Bilbao de *U. exsul*, de los cuáles hubo recapturas una o más veces. A partir de esto se calculó el ámbito hogareño (con individuos que tenían dos o más recapturas) de hembras y machos de distintas clases de edad. En esta estación para *U. parapygas* de Mapimí se trabajaron en total 119 organismos en la Duna 1 y 148 individuos para la Duna 2.

En Viesca (Cuadro 3 y Fig. 2) se obtuvieron recapturas de hembras adultas las cuales presentaron un promedio de área de actividad de 198.2 m^2 , los machos subadultos de 261.0 m^2 , mientras que las crías fue de 7.3 m^2 .

En Bilbao (Cuadro 3 y Fig. 3) las hembras adultas presentaron un área de actividad de 120.7 m^2 , de los machos solo se capturaron dos subadultos y dos jóvenes con 11.2 m^2 y 28.3 m^2 respectivamente

En Mapimí Duna 1 los machos adultos presentaron mayores áreas de actividad (213.5 m^2) que las hembras adultas (58.7 m^2). Sin embargo, las hembras crías para este mes presentaron una mayor área de actividad (34.0 m^2) que los machos cría (5.8 m^2), los machos subadultos tuvieron una área de actividad de 24.6 m^2 (Cuadro 3 y Fig. 4).

En la Duna 2, los machos adultos presentaron un área de 238.7 m^2 y es mayor que las hembras (146.1 m^2), los machos subadultos con 32.8 m^2 , mientras que las hembras y los machos crías presentaron un área de 9.6 m^2 y 20.0 m^2 respectivamente (Cuadro 3 y Fig 5).

Cuadro 3. Promedio de áreas de actividad (m^2) por el método del Polígono Convexo, para distintas clases de edad de *Uma exsul* en Viesca y Bilbao Coahuila y *Uma parapygas* en Mapimí Duna 1 y Duna 2, para el mes de agosto de 1999. n = tamaño de muestra, ± 1 E.S.

	Área de actividad	Intervalo	n
Viesca			
Hembras adultas	198.2 \pm 176.1	6.5- 550.0	3
Machos adultos	261.3 \pm 46.8	162.0 - 371.0	4
Machos cría	7.3 \pm 2.6	4.5- 12.5	3
Bilbao			
Hembras adultas	120.7 \pm 50.1	8.0-346.0	6
Machos subadulto	11.2 \pm 8.3	8.3- 3.5	2
Machos jóvenes	28.3 \pm 0.8	27.5- 29.0	2
Mapimí Duna 1			
Hembras adultas	58.7 \pm 16.0	20.0-100.0	6
Hembras cría	34.0 \pm 36.8	8.0- 60.0	2
Machos adultos	213.5 \pm 3.5	210.0 - 217.0	2
Machos subadultos	24.6 \pm 10.8	1.5- 32.0	4
Machos cría	5.8 \pm 1.8	4.0- 7.5	2
Mapimí Duna 2			
Hembras adultas	146.1 \pm 55.0	29.0- 44.5	7
Hembras cría	9.6 \pm 2.7	1.5- 19.5	6
Machos adultos	238.7 \pm 126.5	3.0-436.0	3
Machos subadultos	32.8 \pm 23.3	0.5-101.5	4
Machos cría	20.0 \pm 15.5	3.0 - 51.0	3

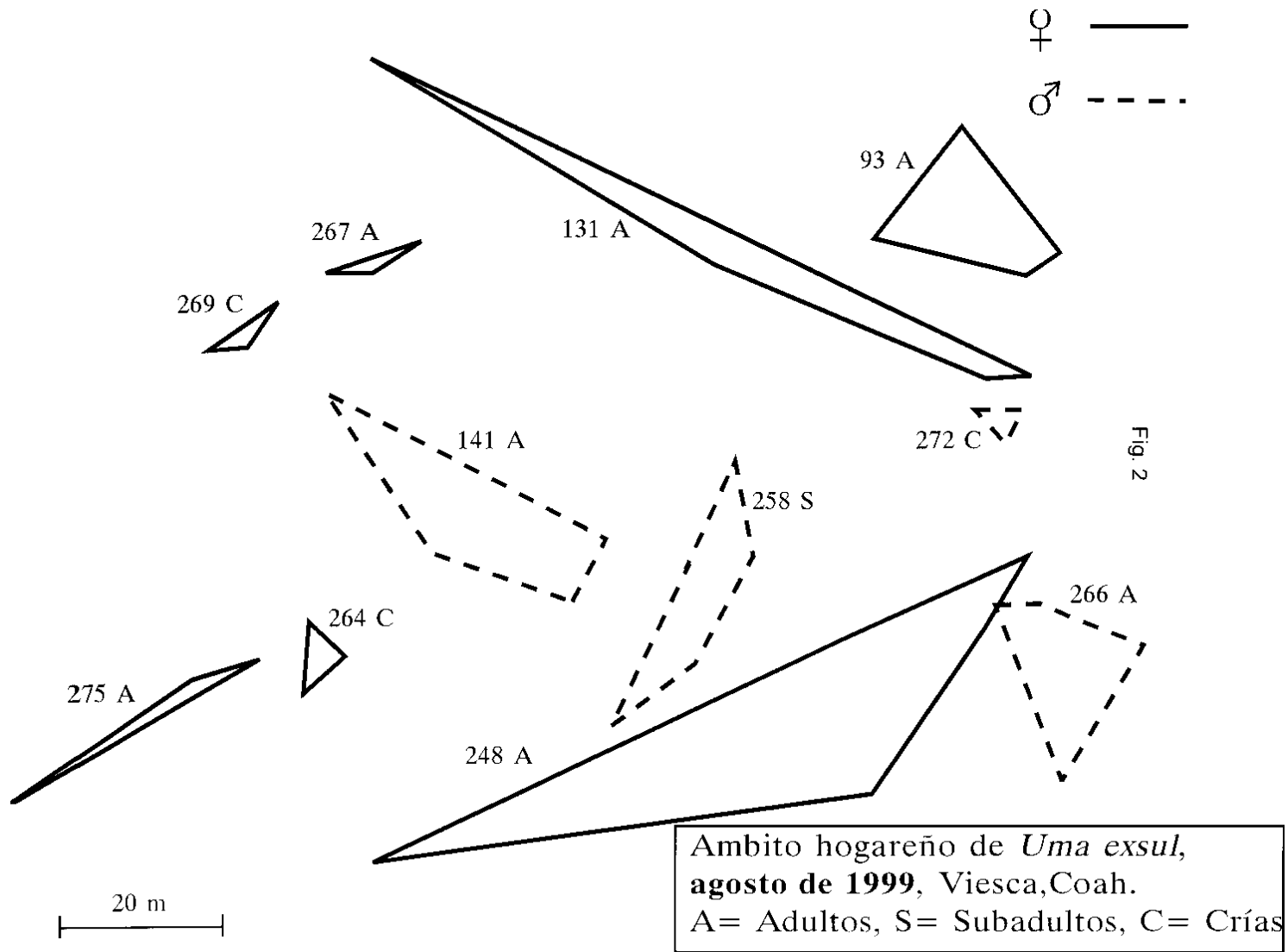


Fig. 2

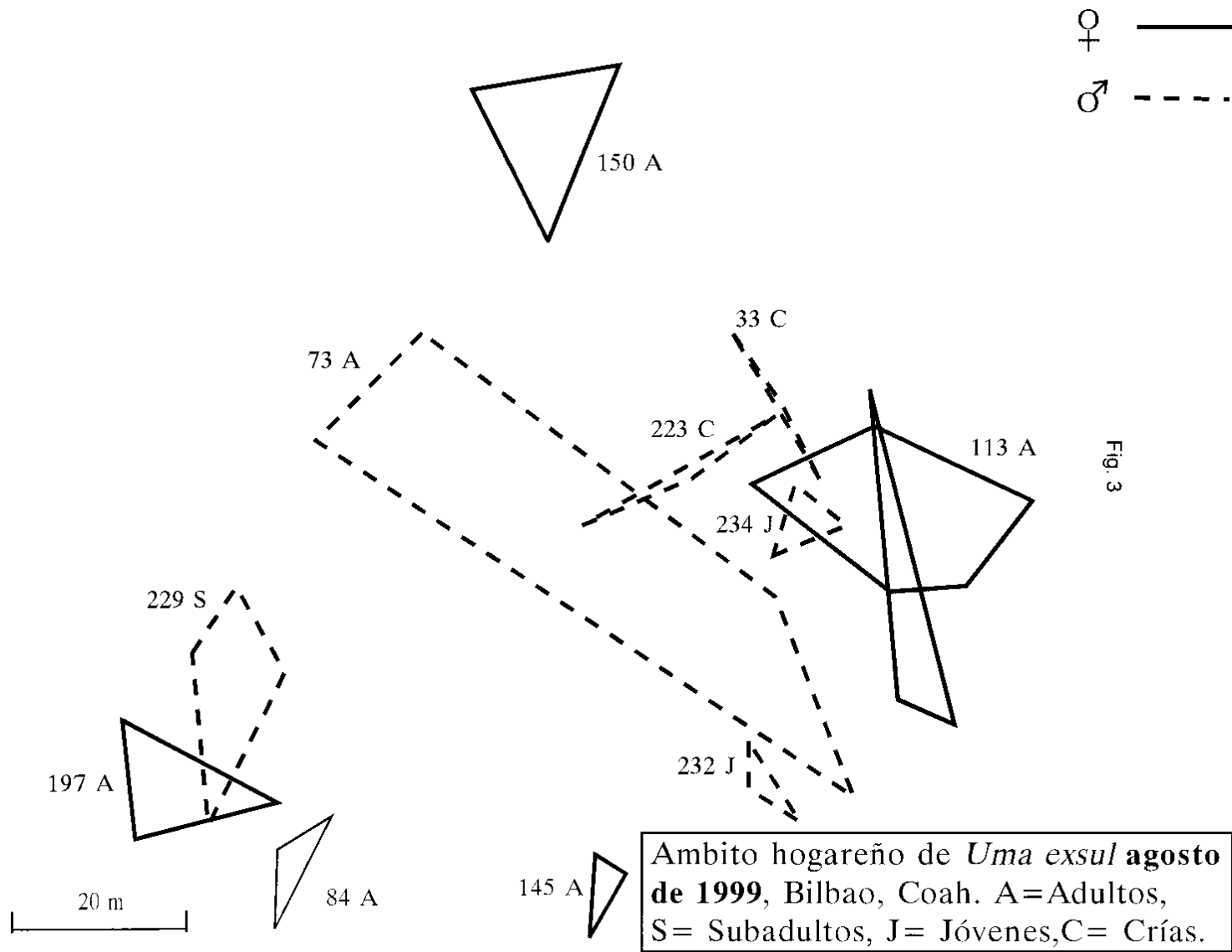


Fig. 3

Ambito hogareño de *Uma exsul* agosto de 1999, Bilbao, Coah. A=Adultos, S= Subadultos, J= Jóvenes, C= Crías.

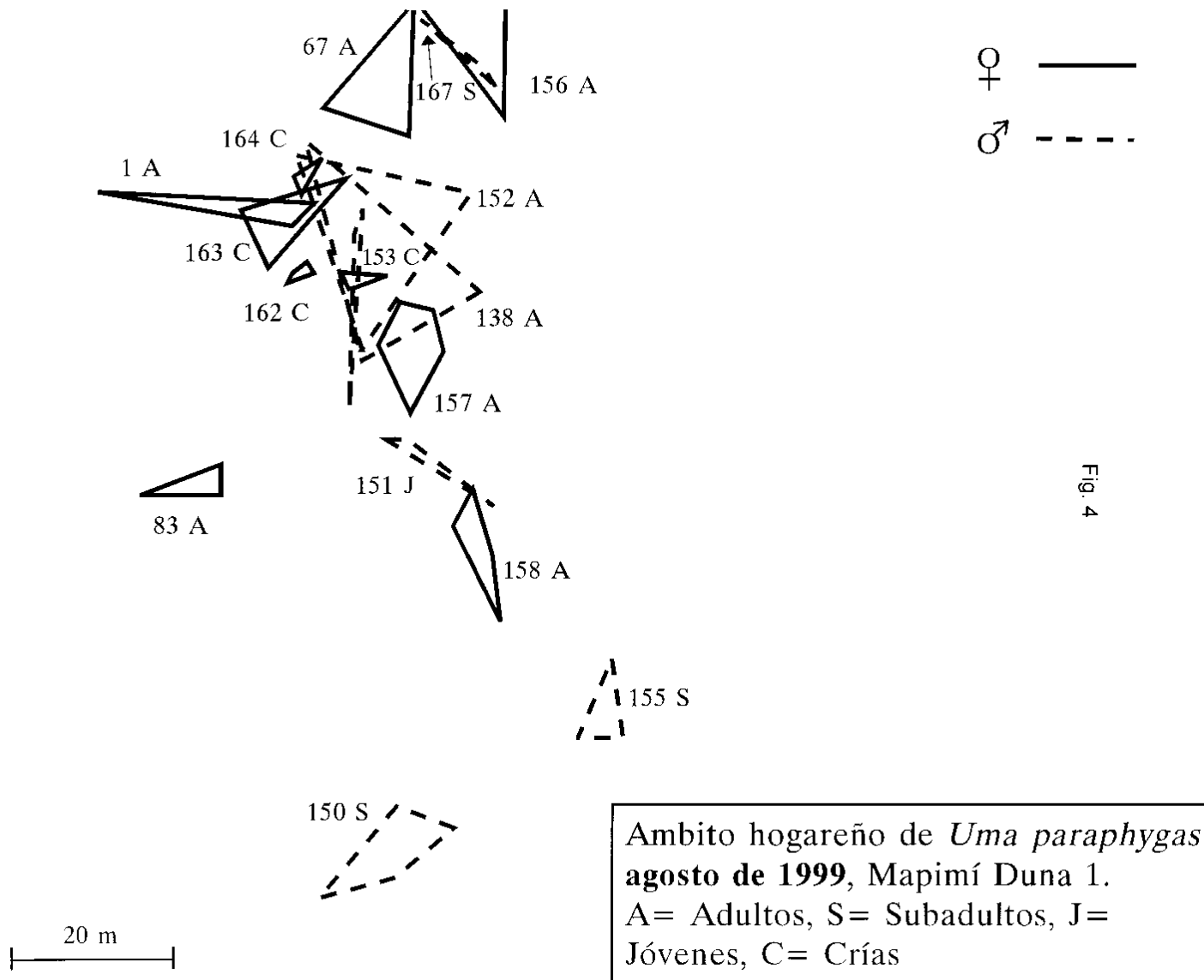


Fig. 4

Ambito hogareño de *Uma parapygas*
 agosto de 1999, Mapimí Duna 1.
 A= Adultos, S= Subadultos, J= Jóvenes, C= Crías

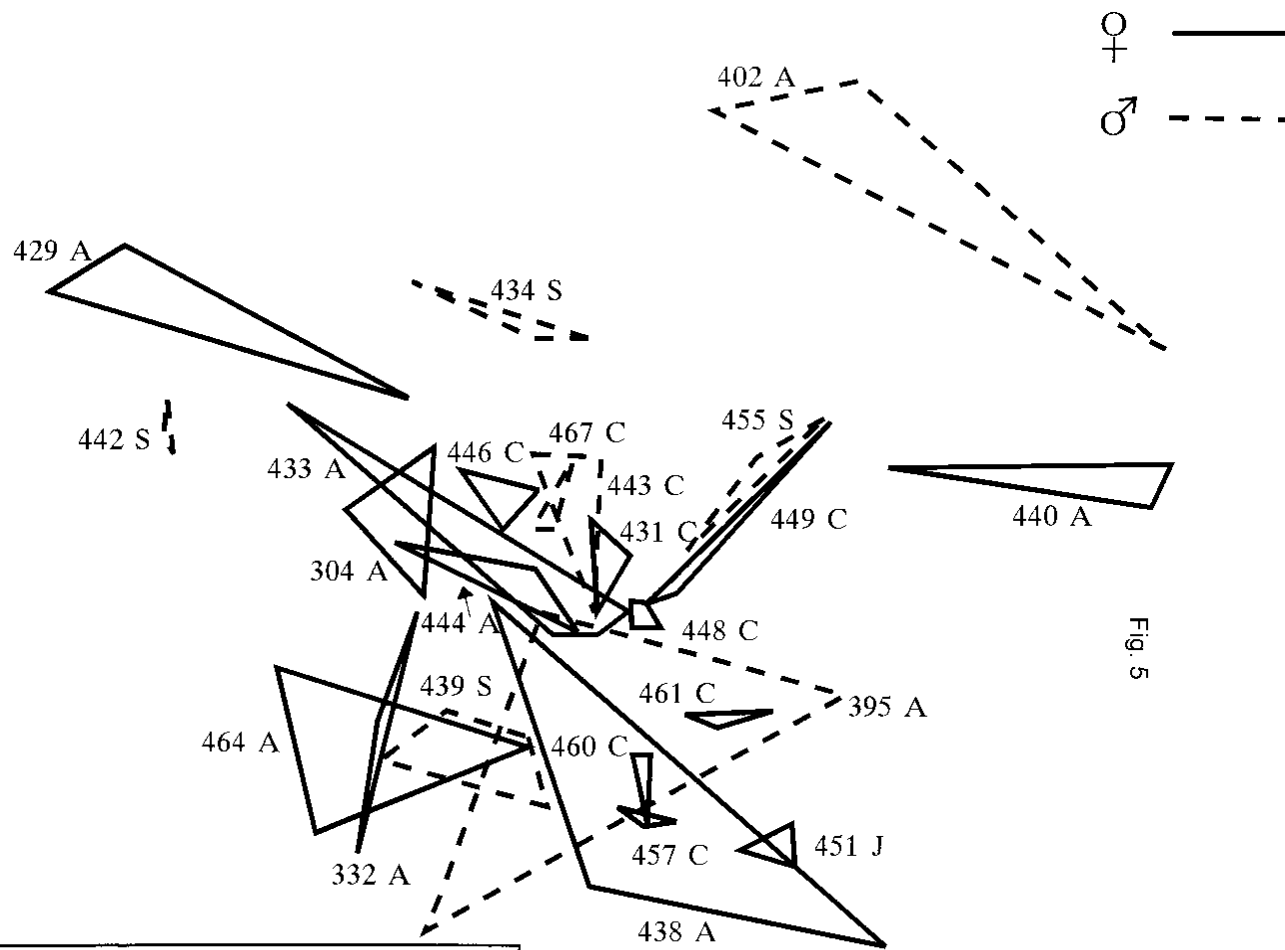


Fig. 5

Ambito hogareño de *Uma parapygas* agosto de 1999, Mapimí Duna 2, A= Adultos, S= Subadltos, J= Jóvenes, C= Crías.

20 m

Estructura de edad

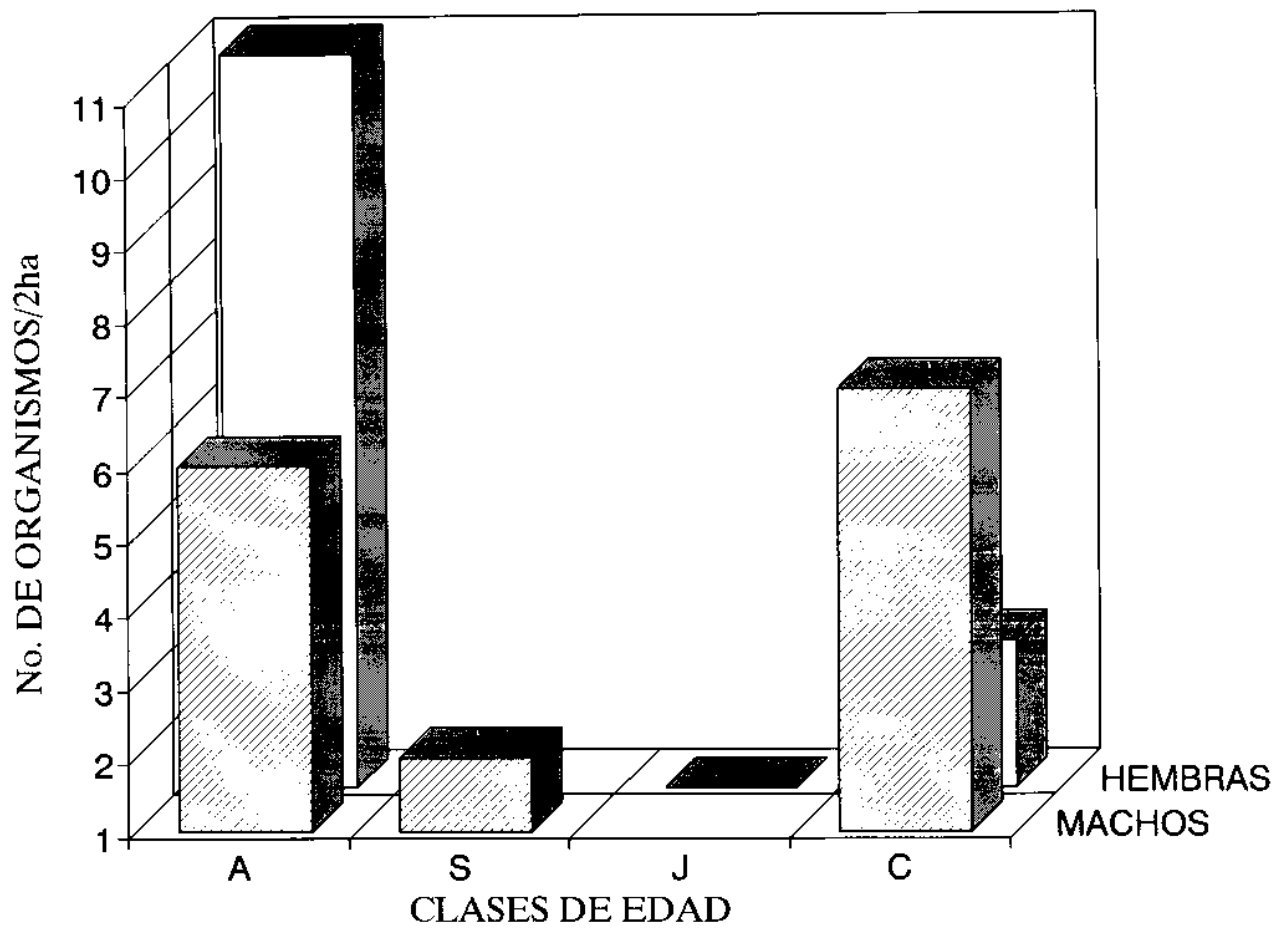
En agosto de 1999 se encontraron todas las clases de edad: adultos, subadultos, jóvenes y crías, predominando los adultos en Viesca, Bilbao , y Mapimí (Duna 1 y Duna 2).

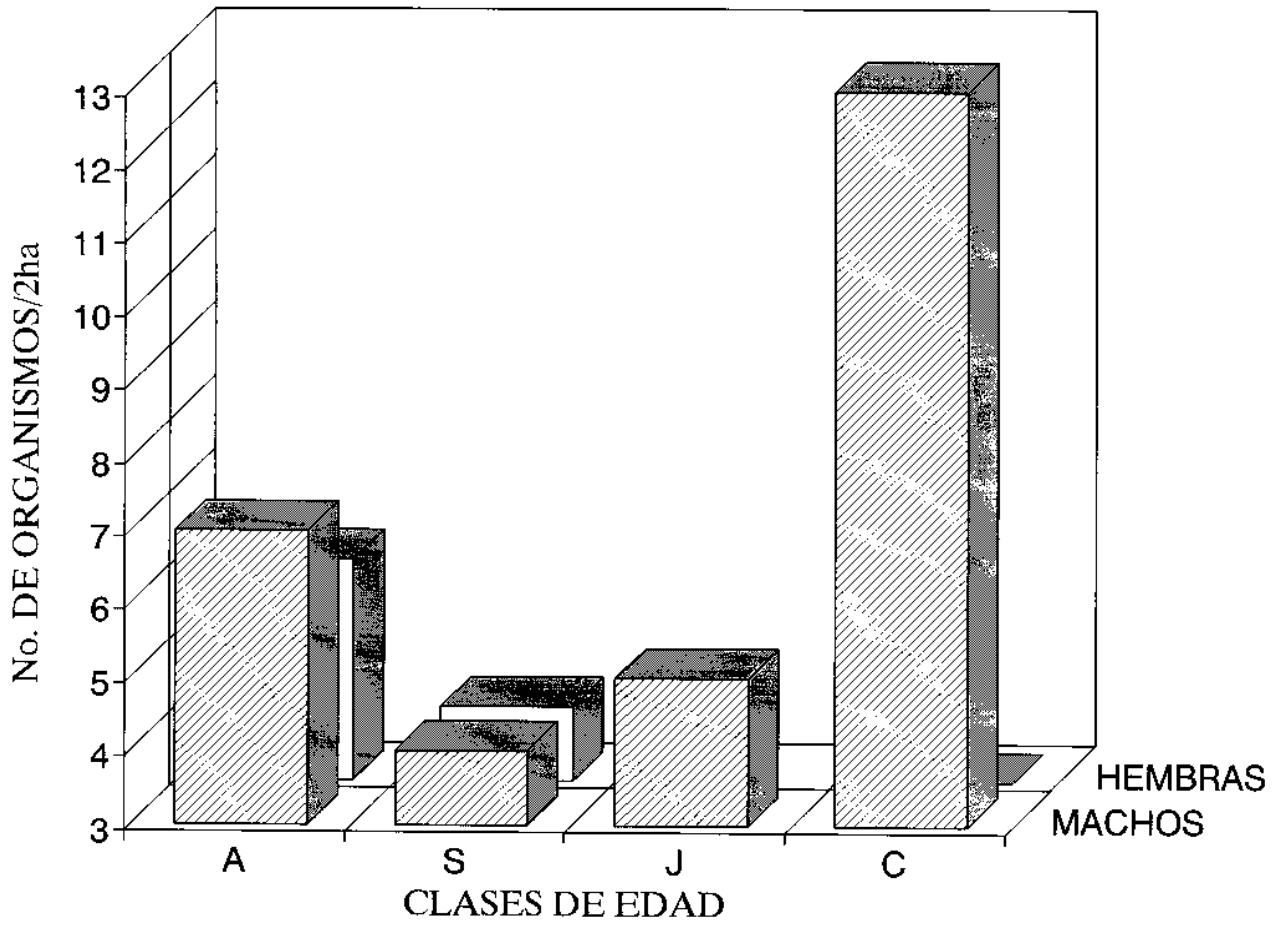
Podemos apreciar que para *U. exsul*, la clase de edad más abundante en Viesca (Fig. 6) fue la de hembras, mientras que en machos fueron las crías. En Bilbao (Fig. 7), las clases de edad más abundantes fueron los machos crías y los machos adultos. En la Duna 1 de Mapimí (Fig. 8) las hembras adultas fueron las más abundantes, seguidas de los machos crías. En la Duna 2 de Mapimí (Fig. 9), las hembras crías y adultas fueron las clases de edad predominantes, seguidas de los machos crías.

Radio y relación sexual

En agosto de 1999 se obtuvo un radio sexual en Viesca de 0.54 (1 macho: 1.8 hembras), mientras que en Bilbao fue de 1.2 (1 macho: 0.87 hembras). En Mapimí Duna 1 se obtuvo un radio sexual de 0.21 (1 macho : 4.9 hembras), mientras que para Mapimí Duna 2 fue de 0.28 (1 macho : 3.5 hembras).

Fig. 7, Estructura de edades de *Uma exsul* en Bilbao, Coahuila para el mes de agosto de 1999. A = Adultos, S = Subadultos, J = Jóvenes, y C = Crías,





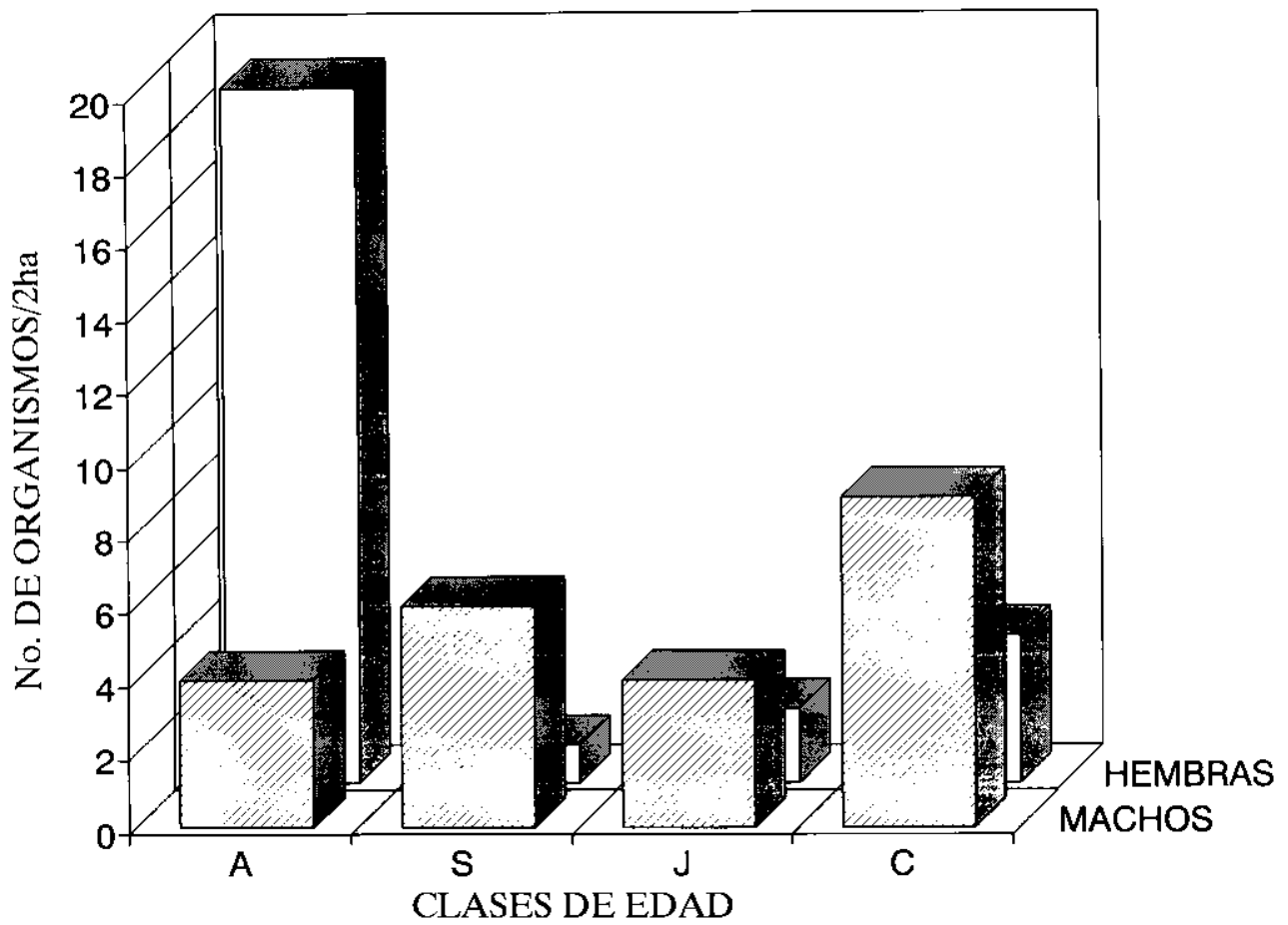


Fig. 8. Estructura de edades de *Uma parapygas* en Duna 1 (Reserva de Biosfera de Mapimí) para el mes de agosto de 1999. A = Adultos, S = Subadultos, J = Jóvenes, y C = Crías.

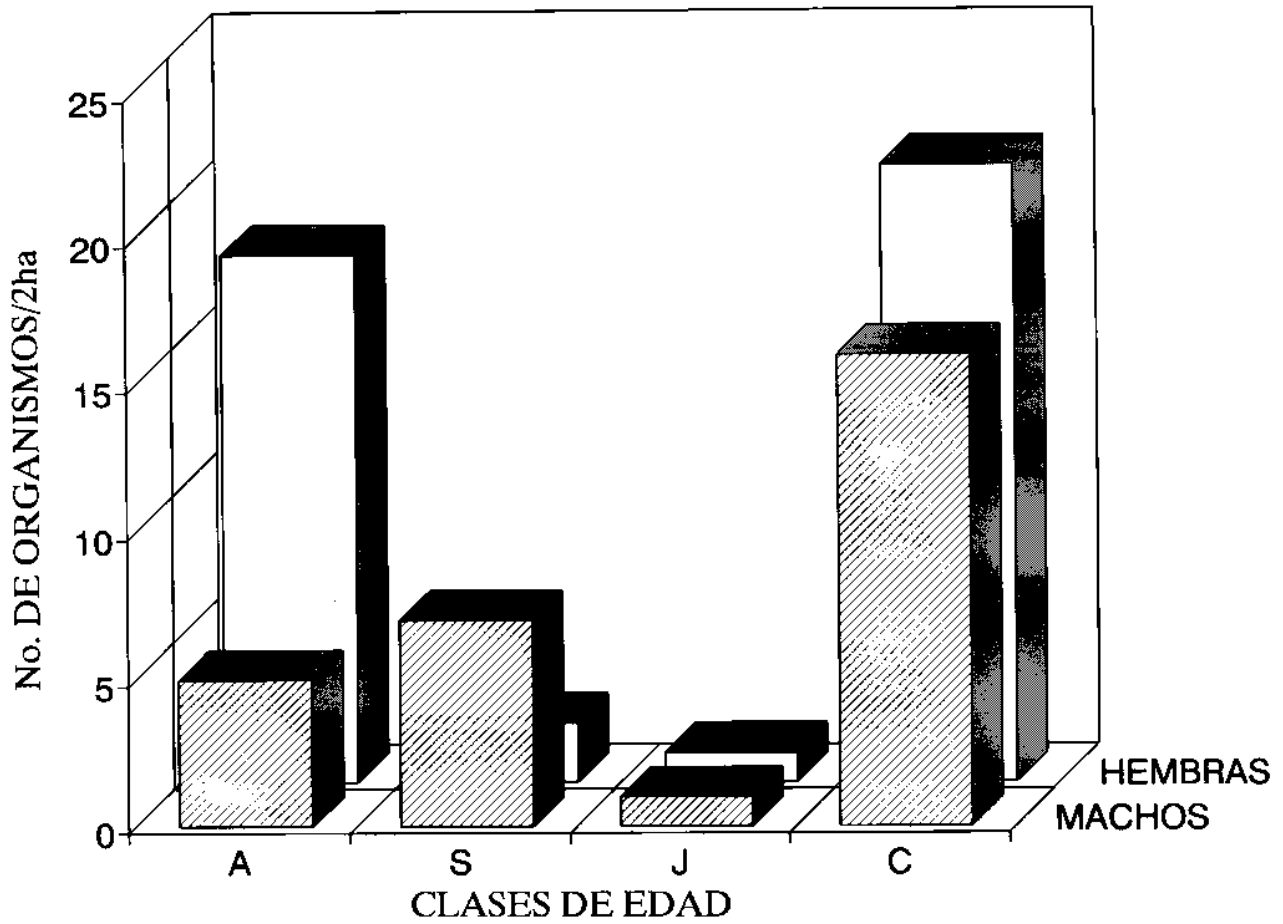


Fig. 9. Estructura de edades de *Uma parapygas* en Duna 2 (Reserva de Biosfera de Mapimí) para el mes de agosto de 1999. A = Adultos, S = Subadultos, J = Jóvenes, y C = Crías.

DISCUSIÓN GLOBAL

Densidad

En Viesca se continuó con una tendencia a la disminución de la densidad, tanto para todas las clases de edad como para los adultos. Previamente a agosto de 1999, se observó en Bilbao una oscilación estacional más o menos equilibrada considerando tanto todas las clases de edad como solamente adultos, No obstante, hubo una disminución apreciable de adultos en agosto de 1999. Una explicación plausible a esta tendencia en Viesca y Bilbao, es la prolongación de la sequía en esta zona repercutiendo en la densidad de las poblaciones. En Mapimí, tanto para Dunal como para Duna 2 se detectó una fluctuación equilibrada, al considerar tanto todas las clases de edad como únicamente los adultos. Esto probablemente se debe a que esta zona recibió una mayor cantidad de aporte pluvial, lo que se reflejó en el incremento de crías (sobre todo en la Duna 2). Es sabido que la cantidad de lluvia afecta la productividad primaria y esta a su vez repercute en la población de insectos que son el alimento de estos reptiles. En el Desierto Chihuahuense las lluvias son muy localizadas, por lo que unas áreas reciben más precipitación que otras (aún estando muy cercanas unas de otras). Esto último sería una de varias causas para explicar las diferencias entre la Duna 1 y la Duna 2 en Mapimí. De manera que es muy arriesgado tratar de postular un patrón de comportamiento uniforme en la fluctuación de la densidad y biomasa para distintas poblaciones de estas lagartijas (Figs. 10, y 13).

A pesar de que en Mapimí existe una mayor biodiversidad vegetal (los microhábitats son más diversos) y aparentemente existe una mayor heterogeneidad y abundancia de artrópodos (alimento de estas lagartijas), no se obtuvo una densidad significativamente mayor que en el Municipio de Viesca. Lo cuál nos indica que existen otros parámetros que están regulando la densidad en este grupo de lagartijas, como podría ser el comportamiento agonístico de estas especies.

Biomasa

Se observaron fluctuaciones de biomasa no muy drásticas en las cuatro áreas de estudio. Sin embargo, en Bilbao se presentó una biomasa significativamente mayor en verano de 1998 que en verano de 1999; lo cual pudo ser efecto de una mayor humedad en esta área que ocasionó un incremento en la productividad primaria. Un fenómeno observado en Bilbao, durante la mayor parte de 1998, fue la presencia abundante de una especie de chapulín (*Boottettix argentatus*), el cuál fue un alimento muy significativo para *U. exsul* (Rivera, com. per.). Este factor debió de haber repercutido probablemente en un incremento de la biomasa de las lagartijas en ese sitio. Así mismo, la poca presencia de subadultos y de jóvenes en el verano de 1998 (en su mayoría se capturaron adultos), lo cual hizo que se

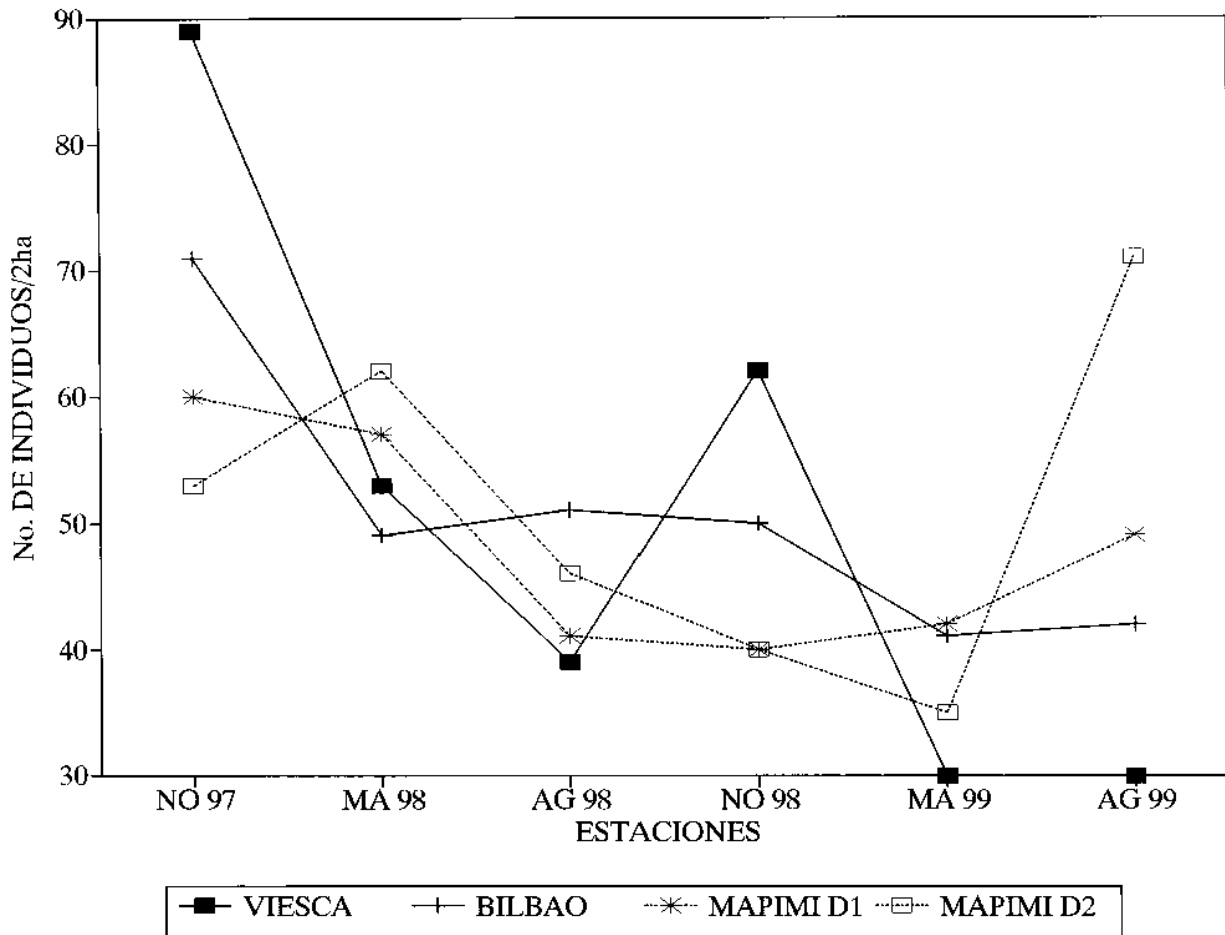


Fig. 10. Densidad estacional absoluta (recuento total) de **noviembre de 1997 a agosto de 1999**. Se consideraron a los individuos de todas las clases de edad. No. 97 = noviembre 1997, MA 98 = mayo 1998, AG 98 = agosto 1998, NO 98 = noviembre 1998, MA 99 = mayo 1999, AG 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

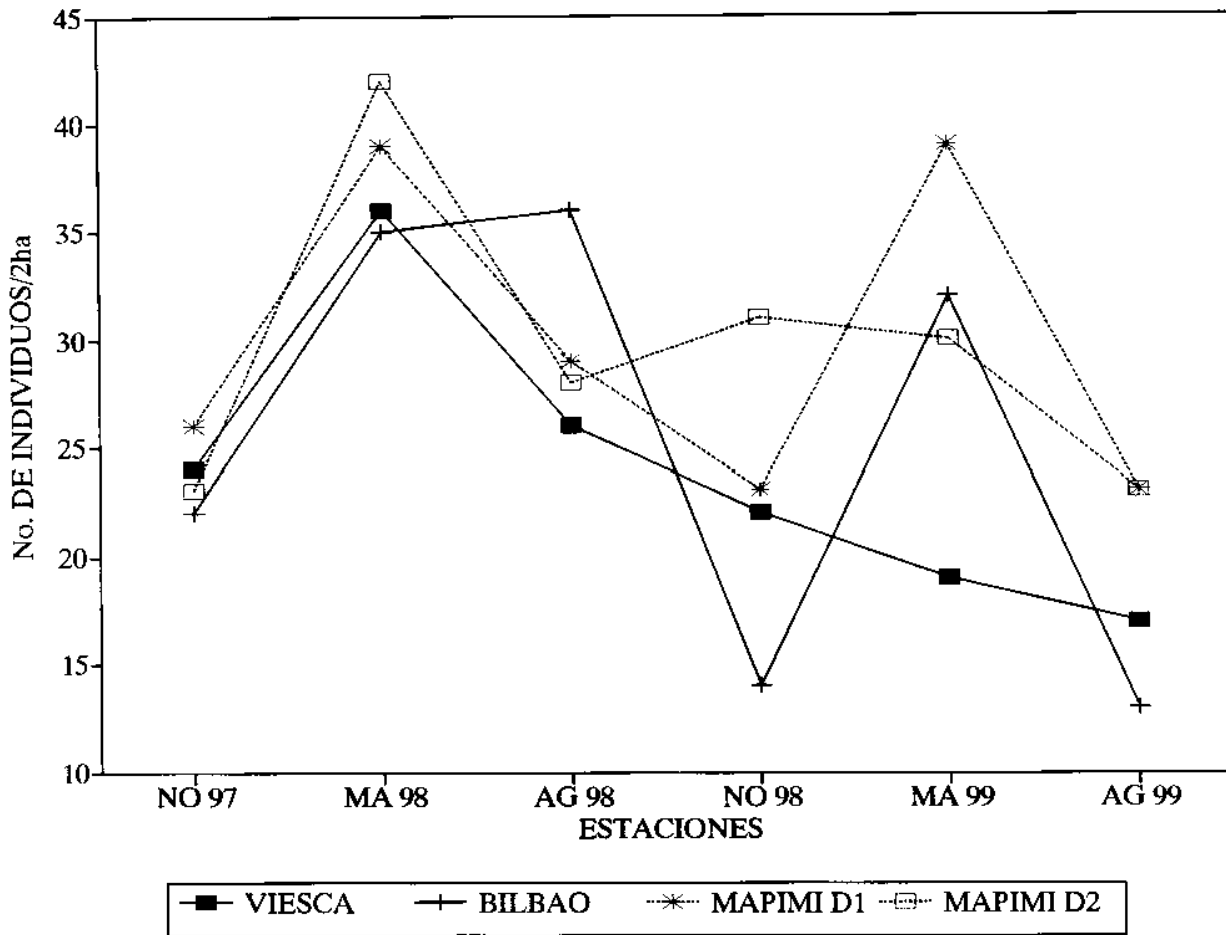


Fig. 11. Densidad estacional absoluta (recuento total) de *Uma exsul* y *Uma parapygas* (noviembre 1997 a agosto 1999). Se consideraron exclusivamente a los organismos adultos NO 97 = noviembre 1997, MA 98 = mayo 1998, AG 98 = agosto 1998, NO 98 = noviembre 1998, MA 99 = mayo 1999, AG 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

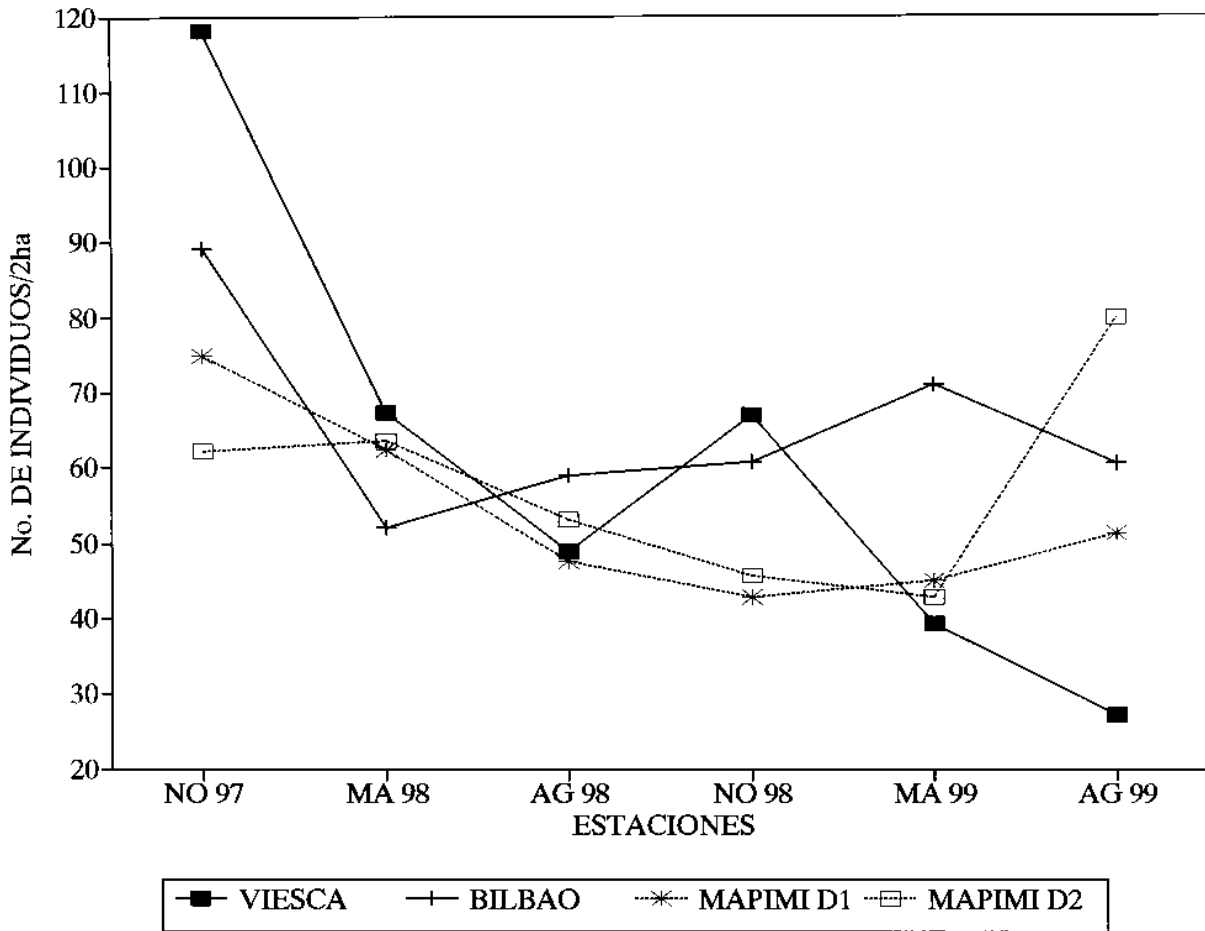


Fig. 12. Densidad estacional (Schumacher) de *Urna exsul* y *Uma paraphygas* (noviembre 1997 a agosto 1999). Se consideraron a los individuos de todas las clases de edad No 97 = noviembre 1997, MA 98 = mayo 1998, AG 98 = agosto 1998, NO 98 = noviembre 1998, MA 99 = mayo 1999, AG 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

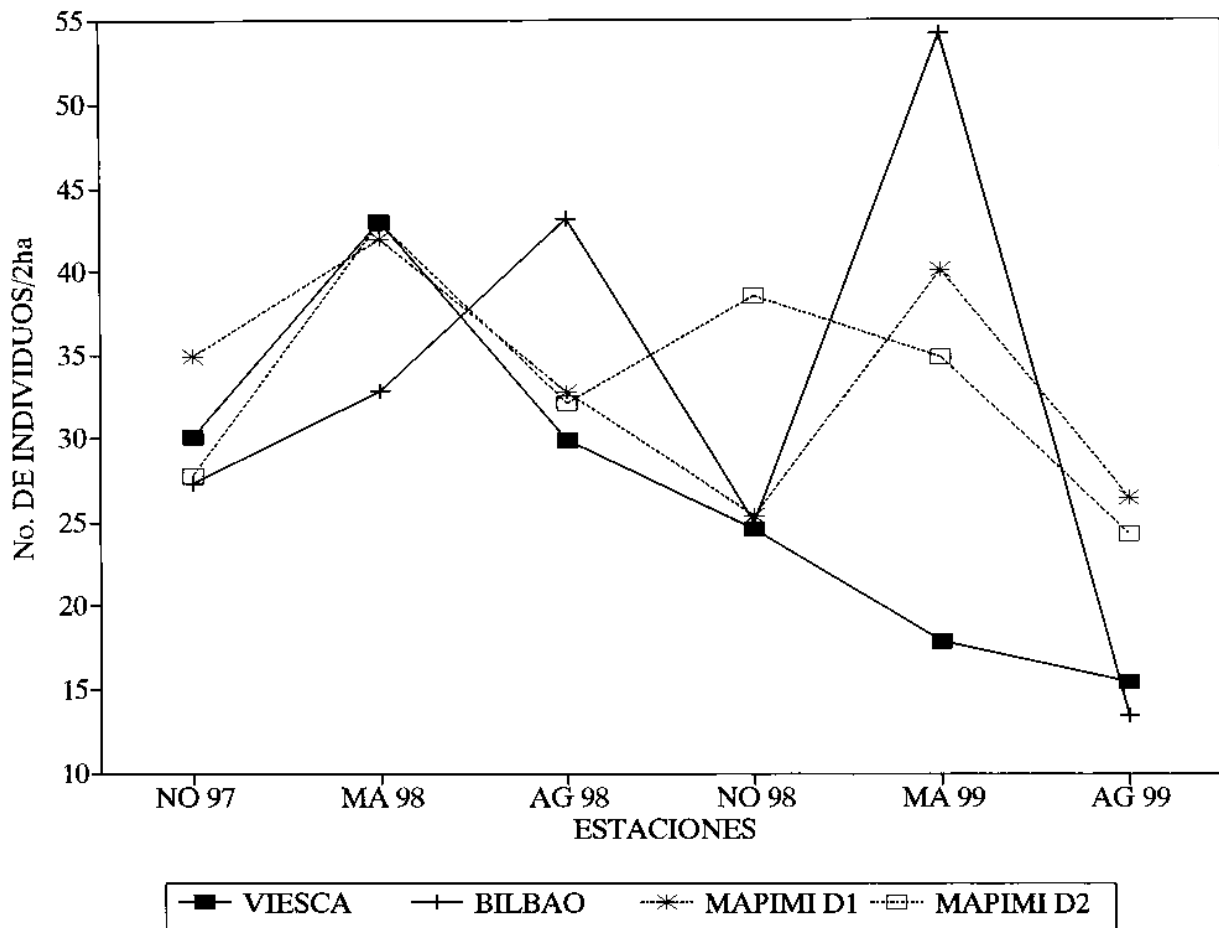


Fig. 13. Densidad estacional (Schumacher) de *Urna exsu/* y *Cima parapygas* (**noviembre 1997 a agosto 1999**). Se consideraron exclusivamente a los individuos adultos No 97 = noviembre 1997, MA 98 = mayo 1998, AG 98 = agosto 1998, NO 98 = noviembre 1998, MA 99 = mayo 1999, AG 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

reflejara en un incremento de la biomasa. Es importante notar que en agosto de 1998, la biomasa disminuyó en general tanto en Viesca como en Mapimí (Duna 1 y Duna 2) (Figs. 14,15,16 y 17).

Ámbito hogareño

Durante la muestra de verano de 1999, observamos que se mantiene la tendencia anterior de que los adultos (hembras y machos) tienen una mayor área de actividad que las otras clases de edad. Así mismo, el ámbito hogareño de los machos es mayor que el de las hembras (siendo en general más marcado en Mapimí). Comparando con agosto de 1998, se aprecia una mayor área de actividad en todas las clases de edad, pero principalmente entre los adultos.

En las cuatro áreas de estudio observamos que los machos muestran una área mayor de actividad que las hembras. En Viesca, aunque se observa la tendencia anterior, no es tan marcada como ocurre en las áreas calculadas en Mapimí (Duna 1 y Duna 2) en donde hay una diferencia notable entre las áreas de actividad de los machos con las de las hembras (Figs. 18, 19, 20 y 21). Guerra (1995) encontró diferencias significativas entre las áreas de actividad anual de machos y hembras adultos de *U. paraphygas*. Así mismo, Grona-Espino (1999) encontró en abril de 1996 diferencias significativas entre el ámbito hogareño de machos y hembras adultos de *U. exsul*. No obstante, este último autor no encontró diferencias significativas entre machos y hembras adultos durante el mes de agosto del mismo año. Esto anterior nos indica un mayor movimiento (abarcando mayores áreas) de los machos adultos en época reproductora (abril) en busca de hembras. Inclusive Durtsche (1992) detectó que los machos de *Uma inornata* cambian sus estrategias de forrajeo en la época de reproducción, de manera que los machos dedican mayor tiempo a las actividades reproductoras que a las alimentarias.

Sin embargo, el amplio ámbito hogareño de los machos adultos los expone a una mayor depredación, lo que puede reflejarse en una mayor tasa de mortalidad. De hecho, la tasa de sobrevivencia anual estimada tanto para *U. exsul* como para *U. paraphygas* fue mayor en hembras que en machos adultos.

Por otro lado, las hembras al tener un menor ámbito hogareño destinan mayor energía al incremento de los cuerpos grasos, lo que les permite estar mejor preparada para la época de reproducción o bien para enfrentar la época invernal; además que las hembras no poseen grandes áreas de forrajeo, debido a que se alimentan principalmente de insectos que no tienen un gran movimiento, pero que les son altamente energéticos como las larvas de lepidópteros y coleópteros y hemípteros. Asimismo, las hembras son muy territoriales en época de reproducción y defienden sus micro hábitats en los que se alimentan, ovipositan, regulan su temperatura, y se protegen de sus depredadores potenciales.

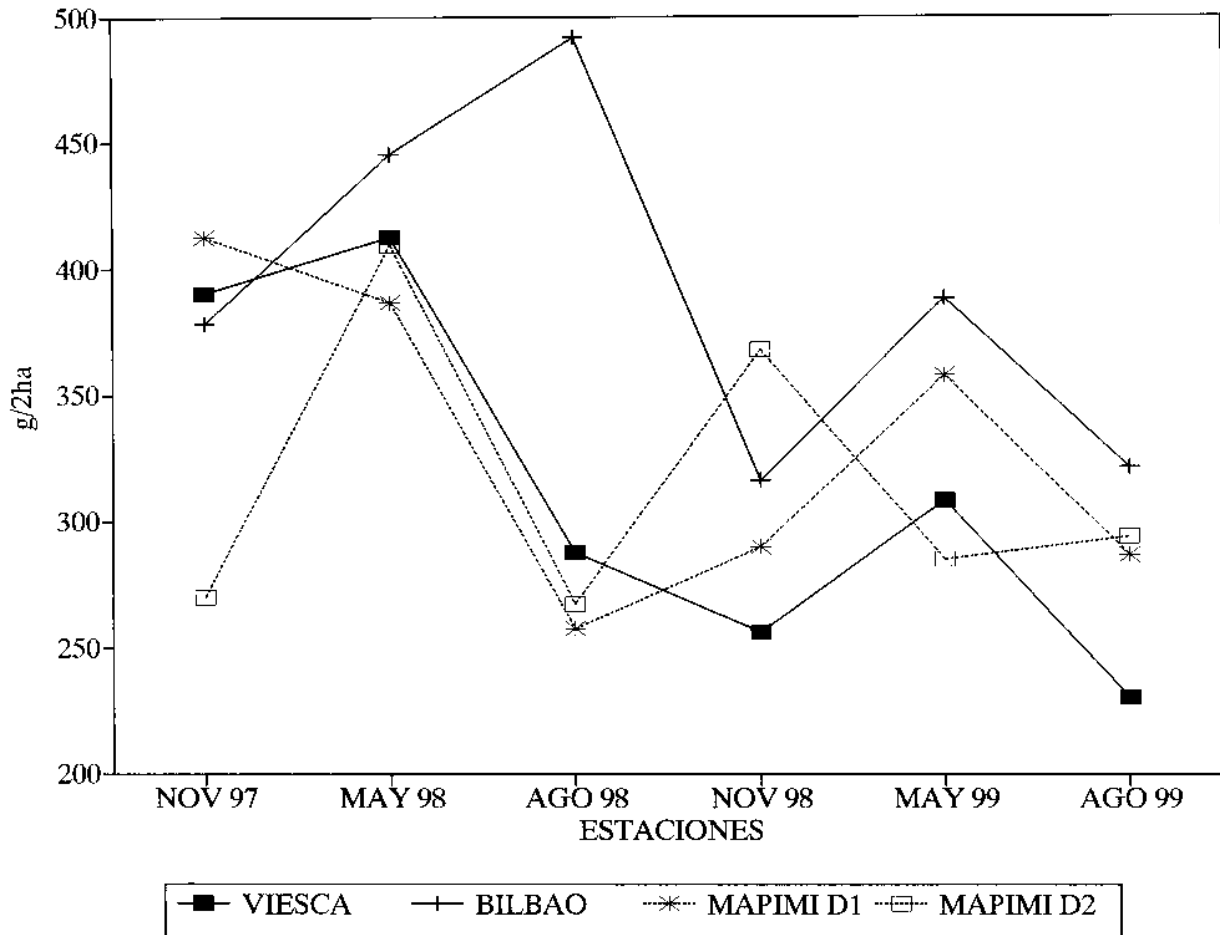


Fig. 14. Biomasa absoluta de *Uma exsul* (Viesca y Bilbao, Coah.) y *Uma parapygas* (Duna 1 y Duna 2, Reserva de Biosfera de Mapimí) de **noviembre de 1997 a agosto de 1999**. Se considero el recuento total de la población y todas las clases de edad NO 97 = noviembre 1997, MA 98 = mayo 1998, AG 98 = agosto 1998, NO 98 = noviembre 1998, MA 99 = mayo 1999, AG 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

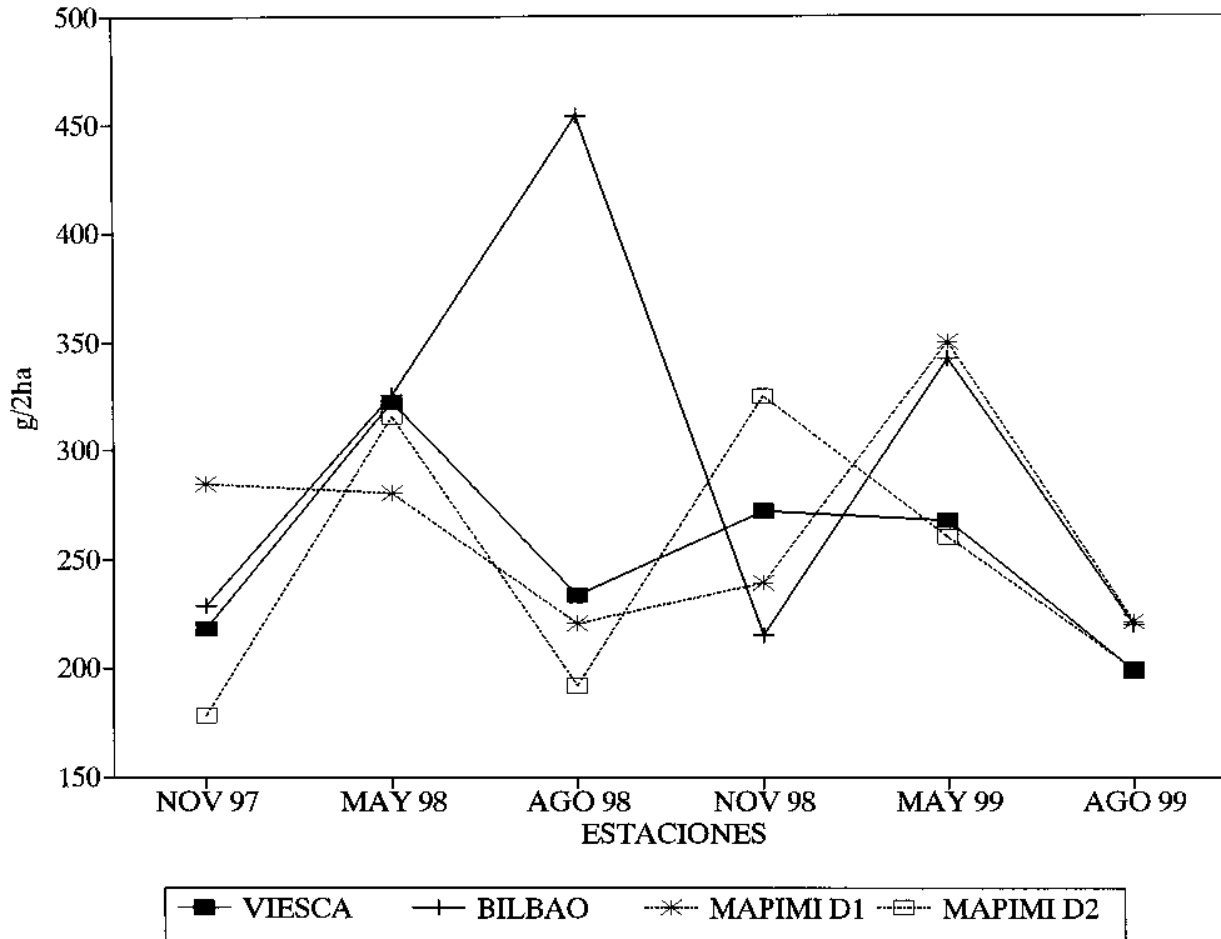


Fig. 15. Biomasa absoluta de *Uma exsul* (Viesca y Bilbao, Coah.) y *Urna paraphygas* (Duna 1 y Duna 2, Reserva de Biosfera de Mapimi) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. Se consideró el recuento total de la población de adultos. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

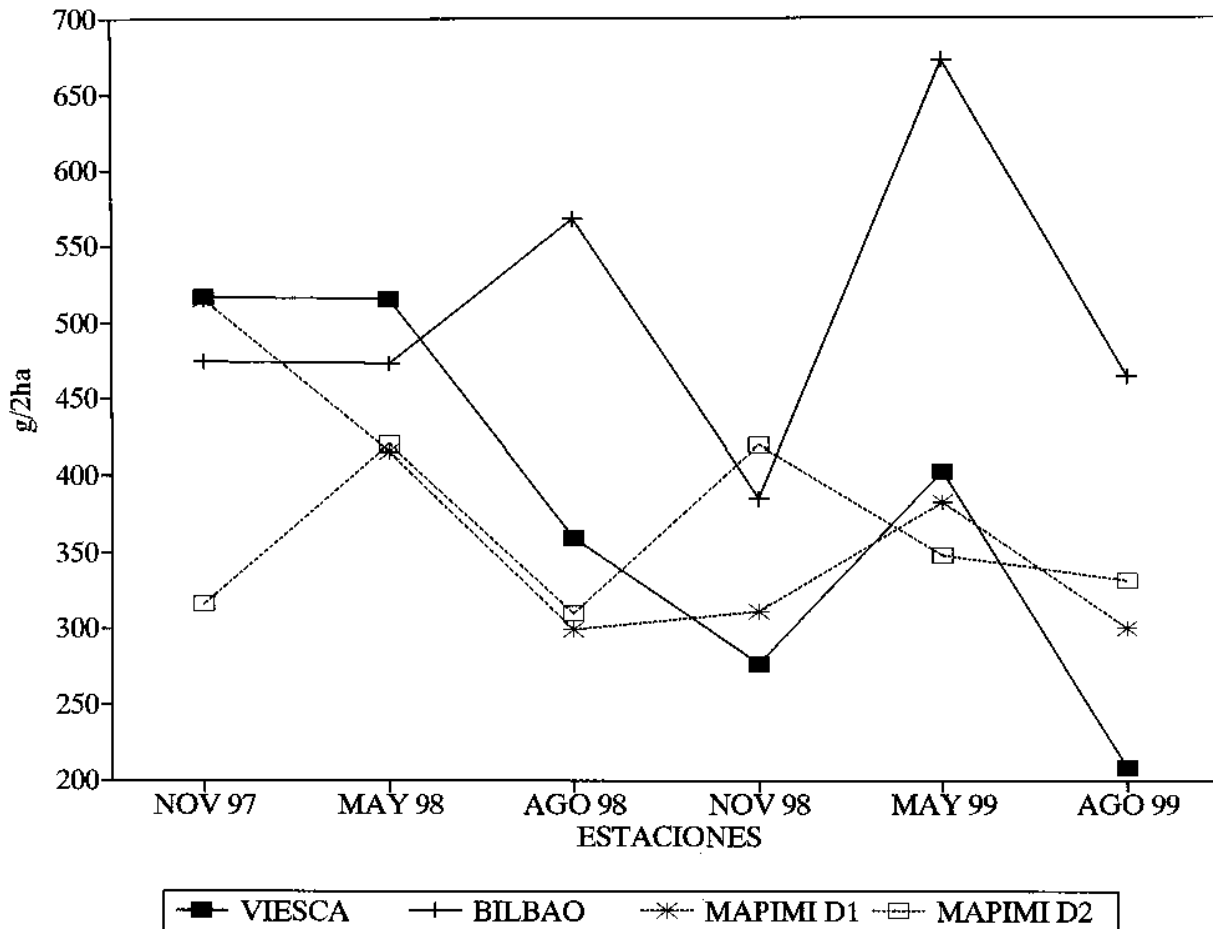


Fig. 16. Biomasa (considerando la densidad estimada por Schumacher) con todas las clases de edad para *Urna exsul* (Viesca y Bilbao, Coah.) y *Uma parapygas* (Duna 1 y Duna 2, Reserva de Biosfera de Mapimi) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

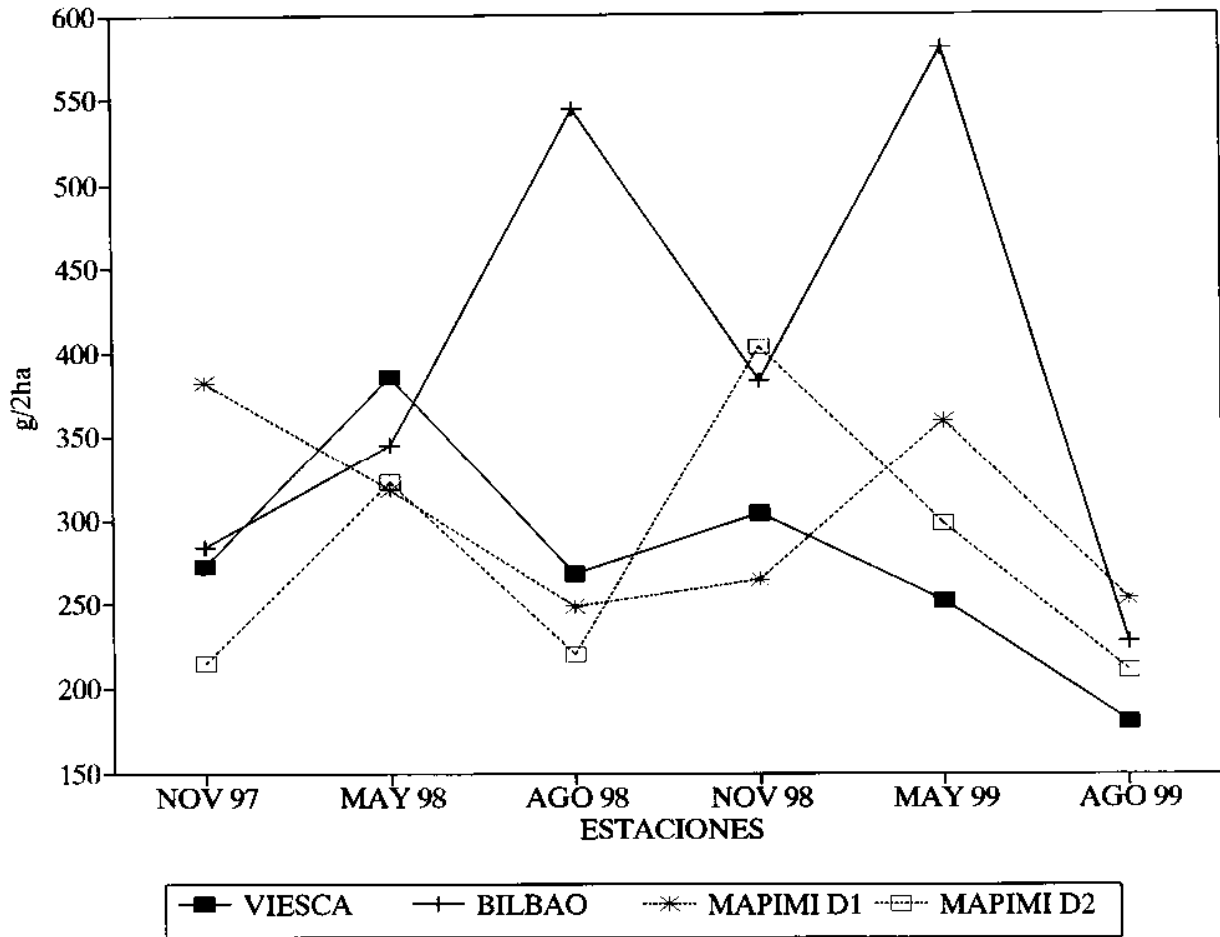


Fig. 17. Biomasa (considerando la densidad estimada por Schumacher) de adultos para *Uma exsul* (Viesca y Bilbao, Coah.) y *Uma parapygas* (Duna 1 y Duna 2, Reserva de Biosfera de Mapimi) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Las localidades se encuentran especificadas en el recuadro.

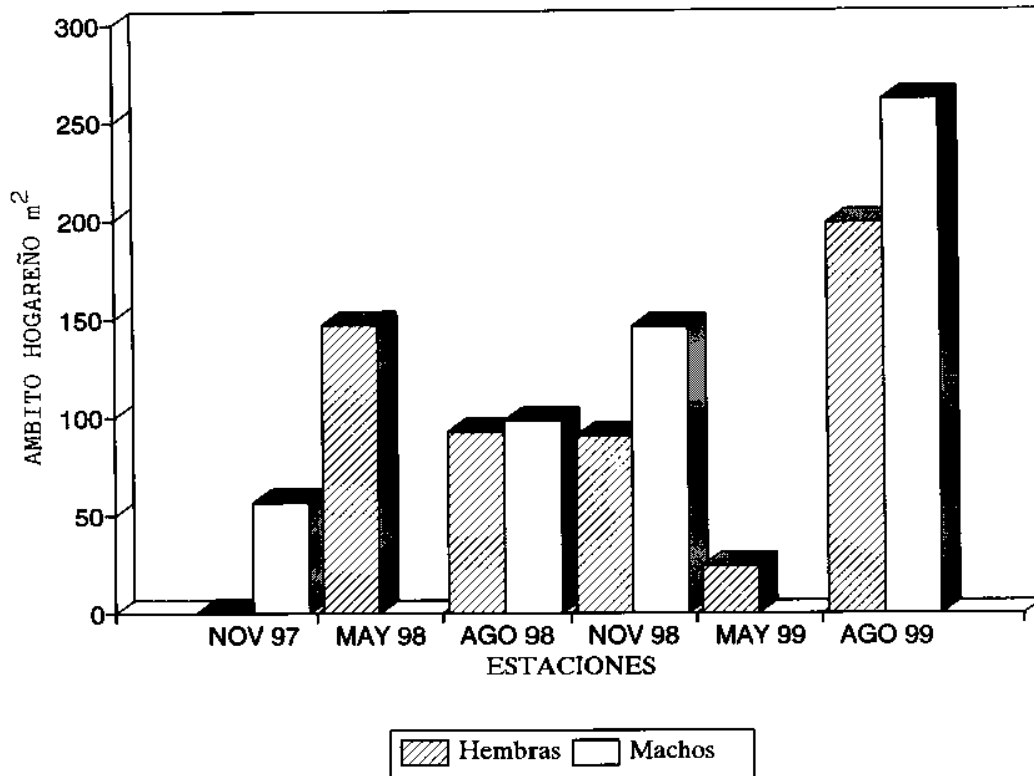


Fig. 18. Ambito hogareño de adultos para *Uma exsul* en Viesca, Coahuila de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Los sexos se encuentran especificados en el recuadro.

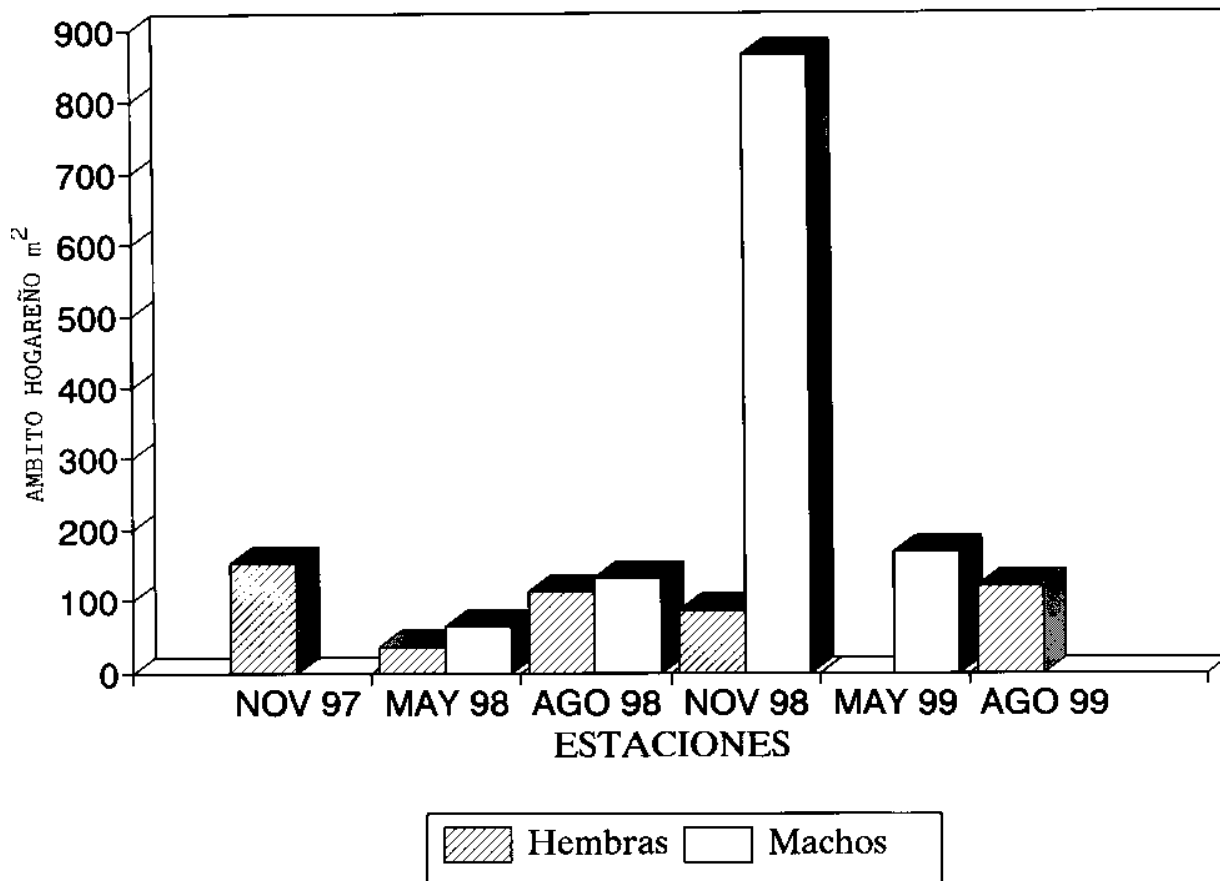


Fig. 19. Ambito hogareño de adultos para *Uma exsul* en Bilbao, Coahuila de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Los sexos se encuentran especificados en el recuadro.

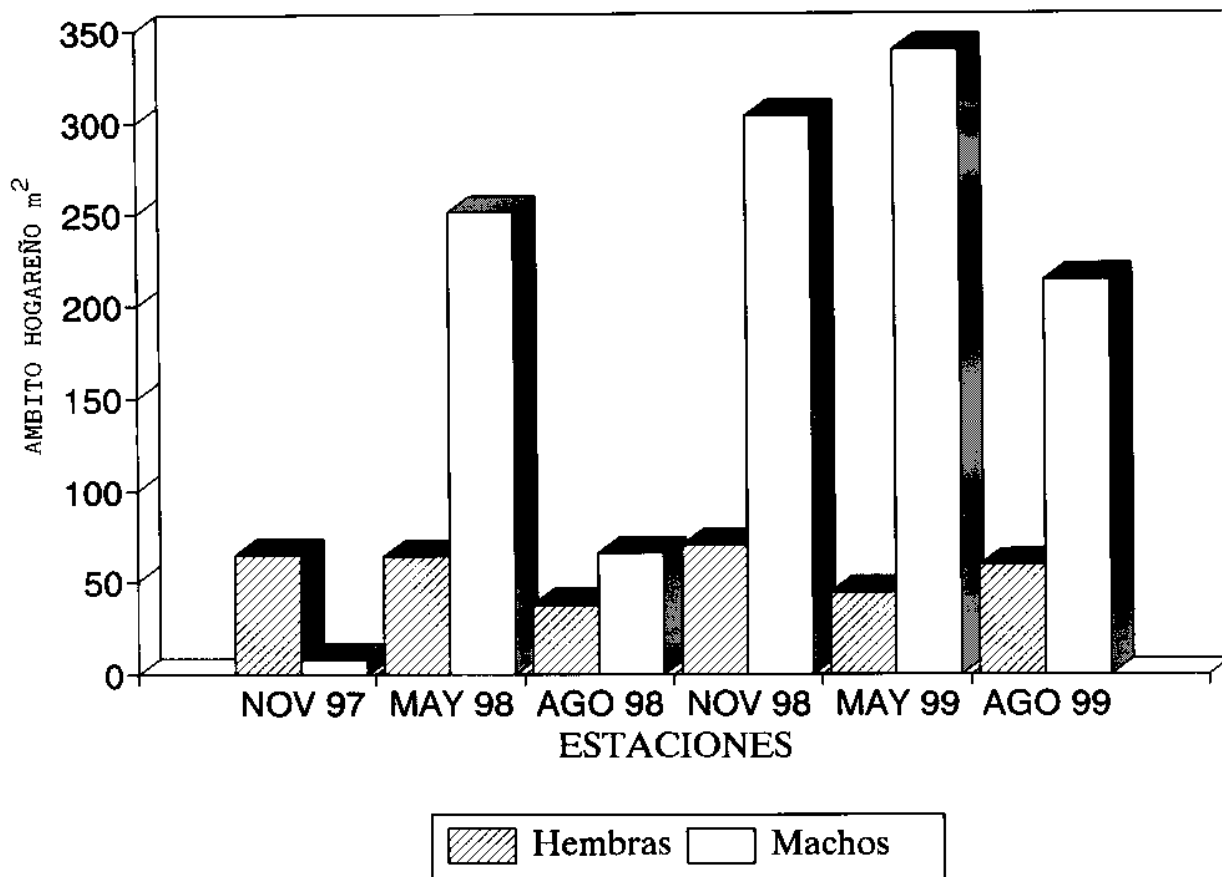


Fig. 20. Ambito hogareño de adultos para *Uma parapygas* en Duna 1 (Reserva de Biosfera de Mapimi) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Los sexos se encuentran especificados en el recuadro.

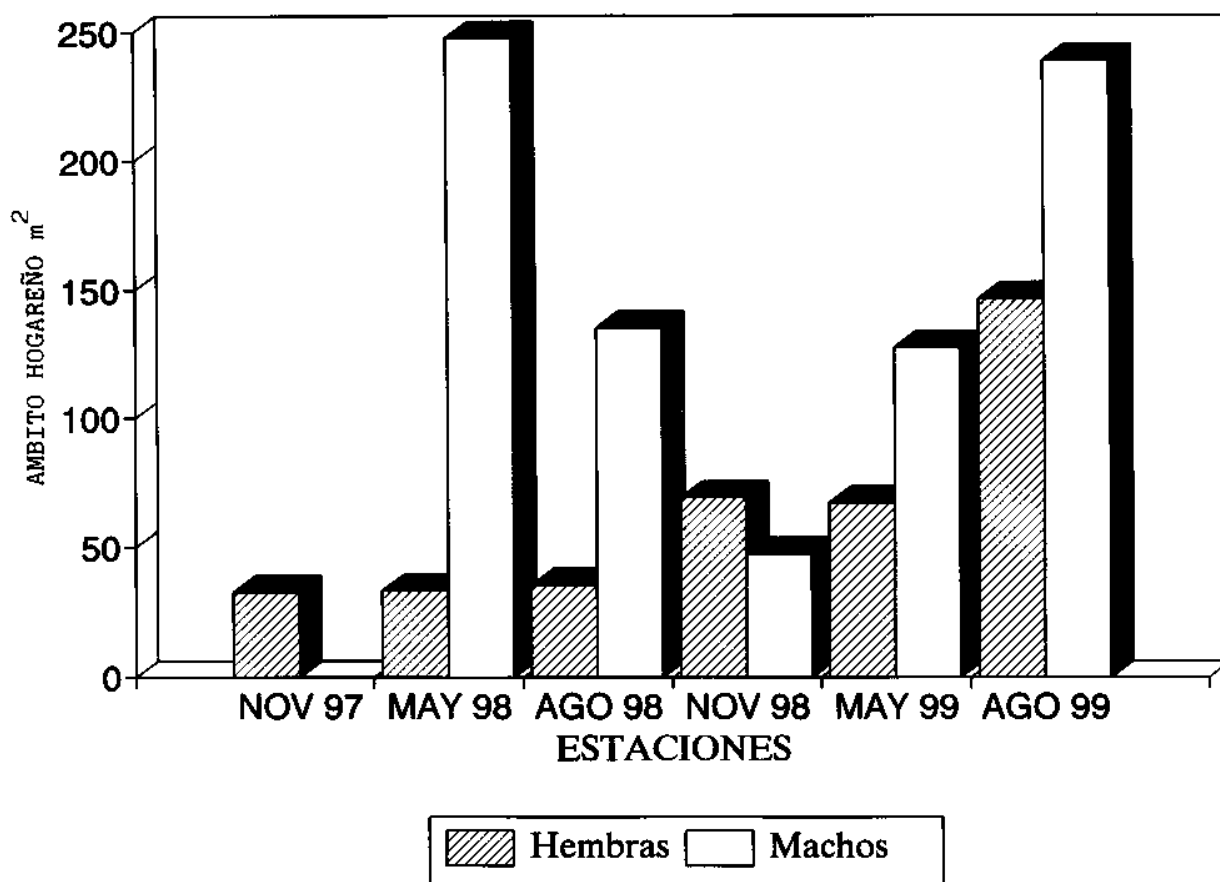


Fig. 21. Ambito hogareño de adultos para *Uma parapygas* en Duna 2 (Reserva de Biosfera de Mapimí) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. NOV 97 = noviembre 1997, MAY 98 = mayo 1998, AGO 98 = agosto 1998, NOV 98 = noviembre 1998, MAY 99 = mayo 1999, AGO 99 = agosto 1999. Los sexos se encuentran especificados en el recuadro.

Estructura de edades

En Viesca encontramos que las hembras adultas presentaron sus picos máximos en mayo y agosto de 1998, mientras que los machos (aunque en menor proporción) en noviembre de 1997 y 1998 y mayo de 1998. Los subadultos, tanto para machos como para hembras, no alcanzan picos tan elevados como el de los adultos o crías. Sin embargo, la mayor proporción de subadultos se encuentra en noviembre de 1997, y tiende a disminuir hasta noviembre de 1998. Probablemente esto se debió a la sequía de ese año, ya que se tuvo una precipitación anual de 151.4 mm. También en los jóvenes observamos que su mayor proporción la encontramos en noviembre de 1997 y tiende a disminuir en 1998 (excepto en noviembre de 1998, en donde las hembras tienen una proporción muy similar a la de hembras de noviembre de 1997) y 1999. Finalmente, las crías de machos se encuentran en su punto más elevado en noviembre de 1997. Esto anterior probablemente se relaciona con una distribución de precipitación más extendida a lo largo de varios meses durante 1997. Lo que debió haber favorecido el incremento de crías y jóvenes en la población. Sin embargo, se observó que las hembras crías, muestran una tendencia a presentar una menor proporción a lo largo del estudio, lo que nos indica que probablemente ocurra una mayor mortandad de estas (Fig. 22).

En Bilbao observamos que las categorías más sobresalientes son las de las hembras adultas (mayo y agosto de 1998 y mayo de 1999), así como la de crías de machos (noviembre de 1997, 1998 y agosto de 1999) y machos adultos (agosto de 1998) ver Fig. 23.

En Mapimí (Duna 1 y Duna 2) es notable el dominio de las hembras adultas durante todas las estaciones de muestreo, seguido de los machos adultos y de los machos subadultos. En agosto de 1999 se observó un aumento notable en la proporción de crías, tanto en Duna 2 como en Duna 1 (Figs. 24 y 25). Esto se explica muy probablemente por la precipitación elevada en junio de ese año que debe de haber incrementado significativamente el potencial reproductor de *U. parapygus* para su segundo pico reproductor de julio y agosto (ver Gadsden et al. 1993).

Relación sexual

A lo largo de los tres años de estudio encontramos en Bilbao y Viesca una tendencia a un radio sexual y una proporción sexual más equitativa entre hembras y machos que en Mapimí. En Mapimí el radio sexual fue más reducido, lo que nos indica una mayor diferencia entre el número de hembras y machos, pudiéndolo comprobar al observar los valores de proporción sexual. En agosto de 1999, en la Duna 1 el radio y la proporción sexual fueron los más bajos con 0.21 (1 macho : 4.9 hembras), comparados con las estaciones anteriores y con respecto a las

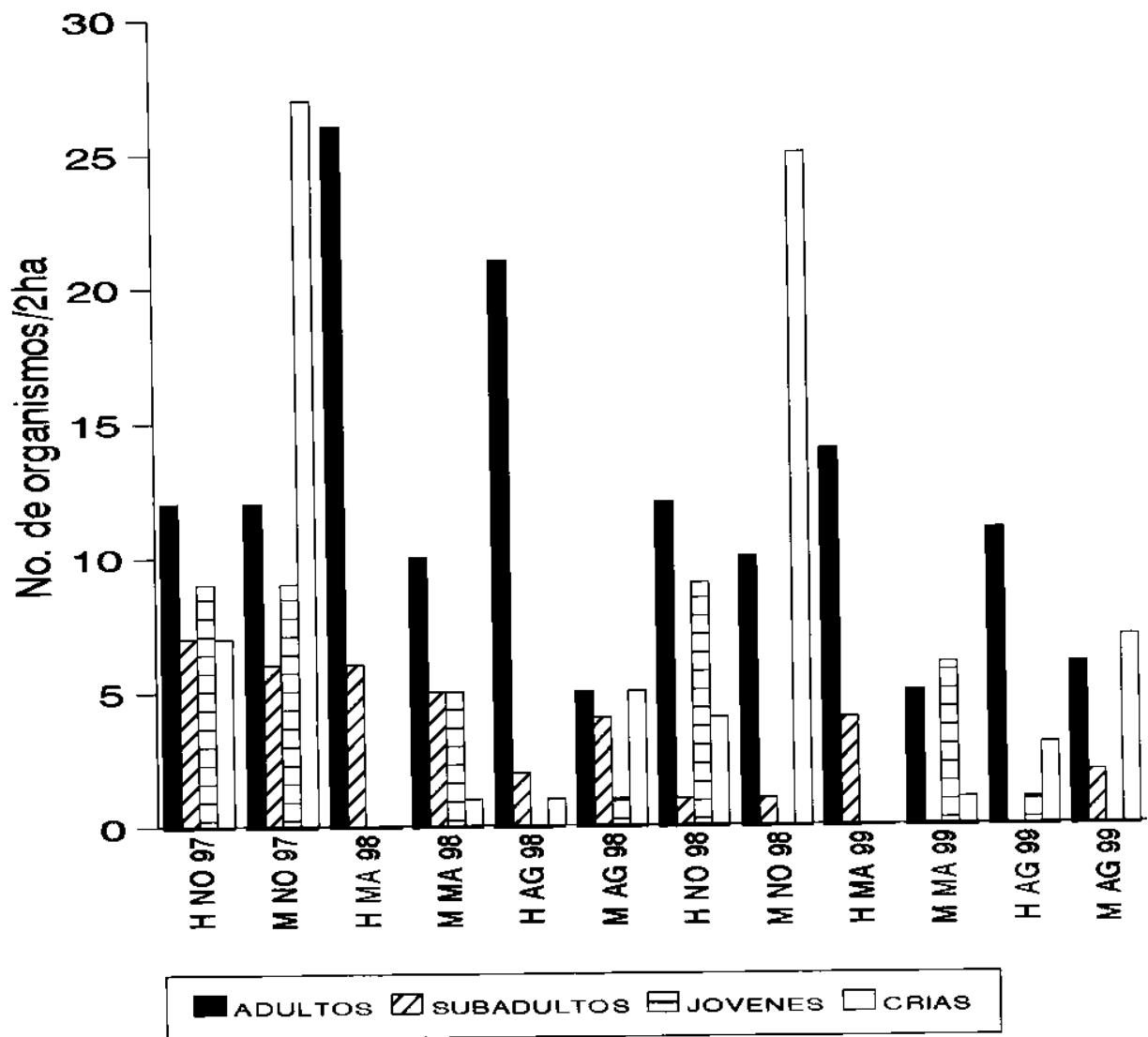


Fig. 22. Estructura de edad de *Uma exsul* en Viesca, Coahuila de noviembre de 1997 a agosto de 1999. H NO 97 = Hembras, noviembre 1997, M NO 97 = Machos, noviembre 1997; H MA 98 = Hembras, mayo 1998; M MA 98 = Machos, mayo 1998; H AG 98 = Hembras, agosto 1998, M AG 98 = Machos, agosto 1998; H NO 98 = Hembras, noviembre 1998; M NO 98 = Machos, noviembre 1998; H MA 99 = Hembras, mayo 1999; M MA 99 = Machos, mayo 1999; H AG 99 = Hembras, agosto 1999; M AG 99 = Machos, agosto 1999. Las clases de edad se encuentran especificadas en el recuadro.

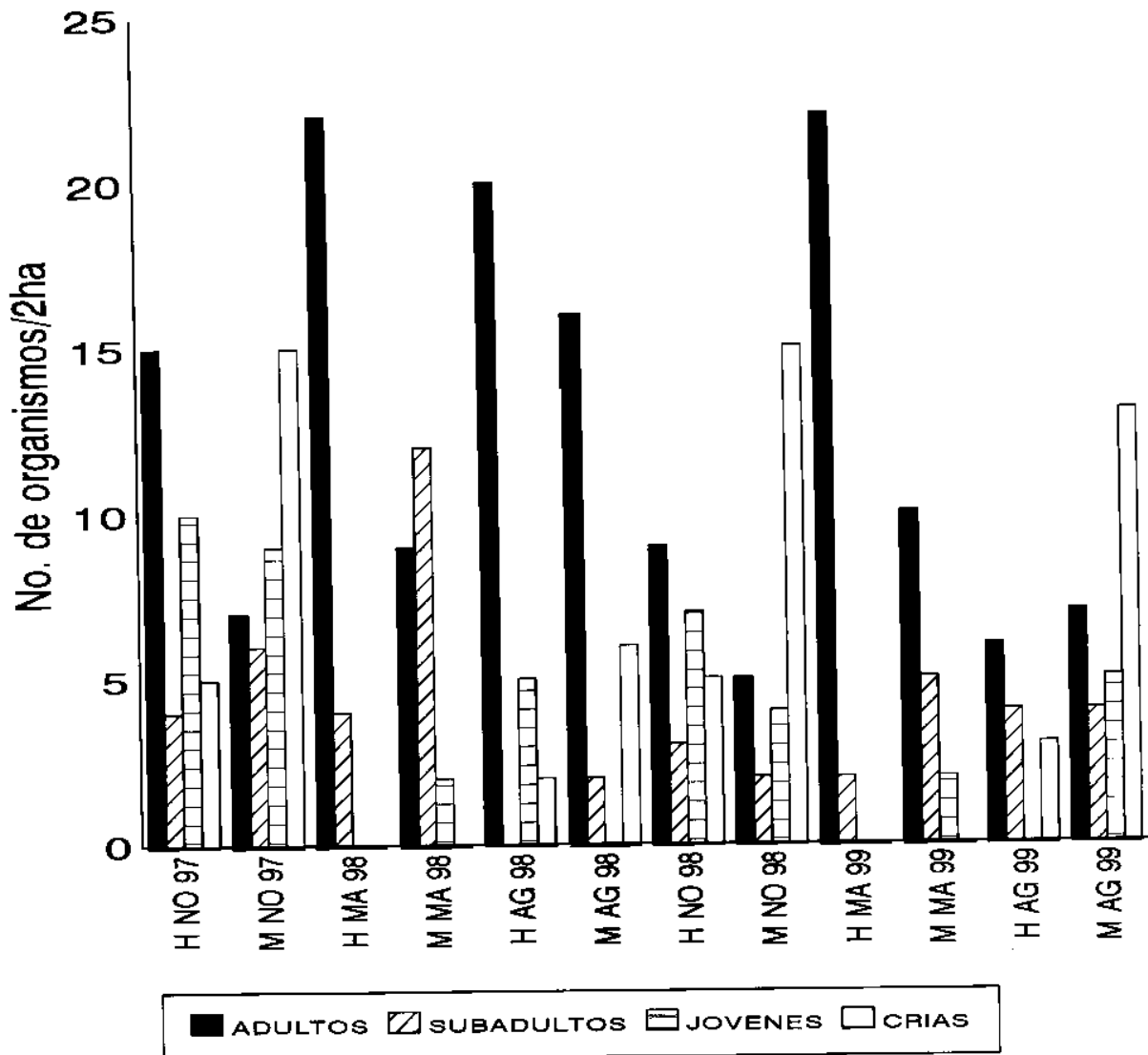


Fig. 23. Estructura de edad de *Uma exsul* en Bilbao, Coahuila de noviembre de 1997 a agosto de 1999. H NO 97 = Hembras, noviembre 1997; M NO 97 = Machos, noviembre 1997; H MA 98 = Hembras, mayo 1998; M MA 98 = Machos, mayo 1998; H AG 98 = Hembras, agosto 1998; M AG 98 = Machos, agosto 1998; H NO 98 = Hembras, noviembre 1998; M NO 98 = Machos, noviembre 1998; H MA 99 = Hembras, mayo 1999; M MA 99 = Machos, mayo 1999; H AG 99 Hembras, agosto 1999; M AG 99 = Machos, agosto 1999. Las clases de edad se encuentran especificadas en el recuadro.

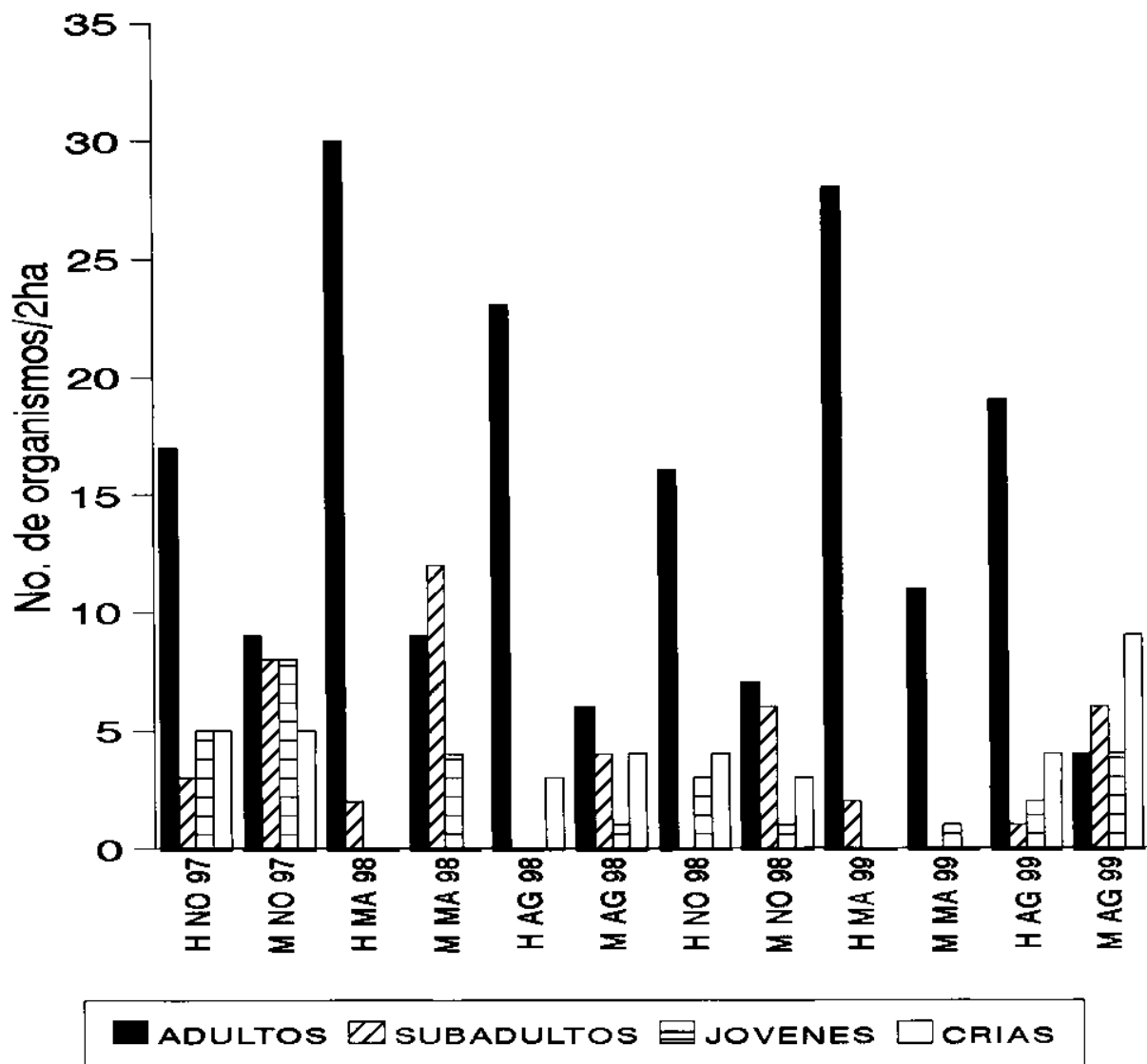


Fig. 24. Estructura de edad de *Uma parapygas* en Duna 1 (Reserva de Biosfera de Mapimí) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. H NO 97 = Hembras, noviembre 1997; M NO 97 = Machos, noviembre 1997; H MA 98 = Hembras, mayo 1998; M MA 98 = Machos, mayo 1998; H AG 98 = Hembras, agosto 1998; M AG 98 = Machos, agosto 1998; H NO 98 = Hembras, noviembre 1998; M NO 98 = Machos, noviembre 1998; H MA 99 = Hembras, mayo 1999; M MA 99 = Machos, mayo 1999; H AG 99 = Hembras, agosto 1999; M AG 99 = Machos, agosto 1999. Las clases de edad se encuentran especificadas en el recuadro.

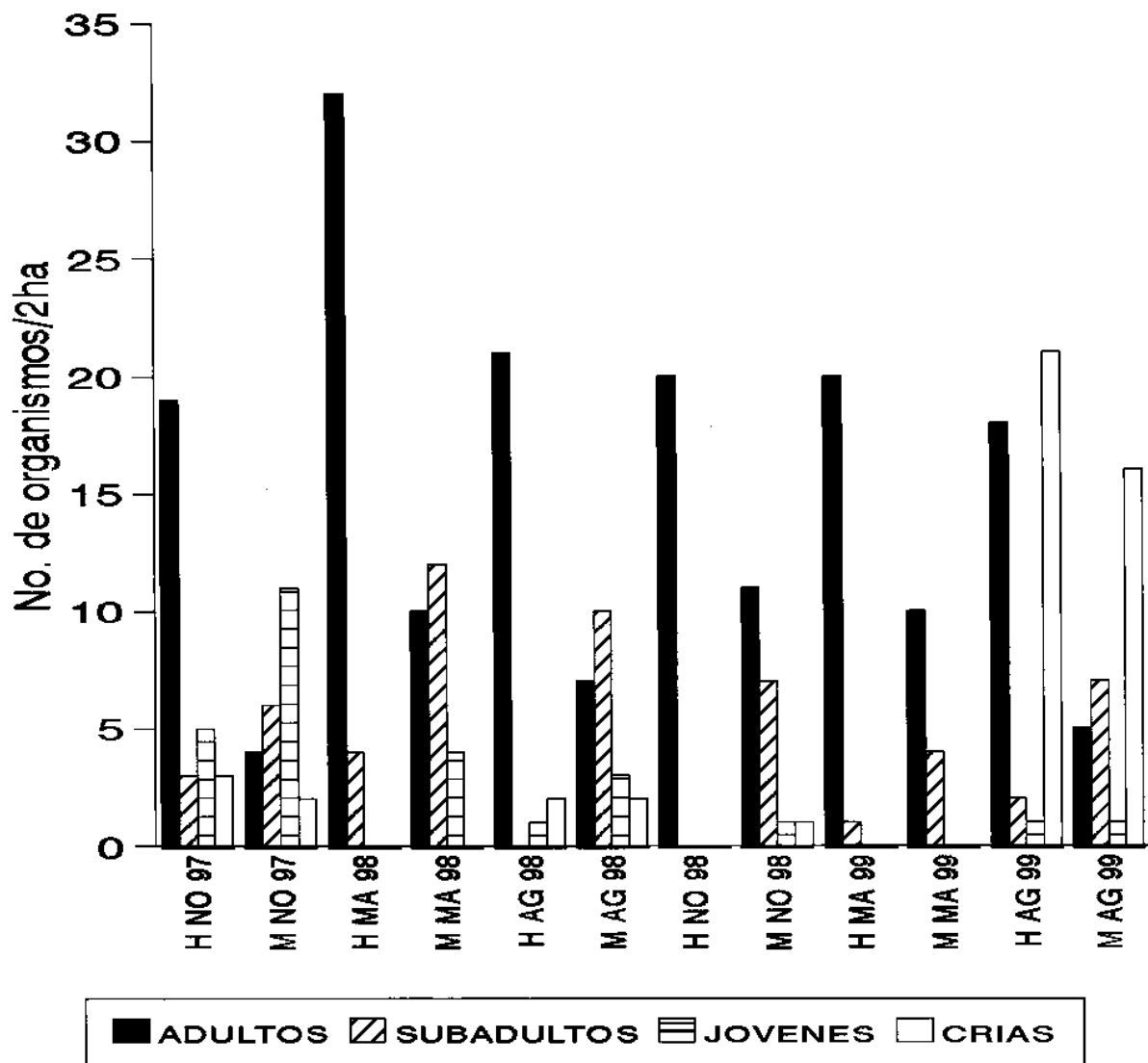


Fig. 25. Estructura de edad de *Urna paraphygas* en Duna 2 (Reserva de Biosfera de Mapimí) de noviembre de 1997 a agosto de 1999. H NO 97 = Hembras, noviembre 1997; M NO 97 = Machos, noviembre 1997; H MA 98 = Hembras, mayo 1998; M MA 98 = Machos, mayo 1998; H AG 98 = Hembras, agosto 1998; M AG 98 = Machos, agosto 1998; H NO 98 = Hembras, noviembre 1998; M NO 98 = Machos, noviembre 1998; H MA 99 = Hembras, mayo 1999; M MA 99 = Machos, mayo 1999; H AG 99 = Hembras, agosto 1999; M AG 99 = Machos, agosto 1999. Las clases de edad se encuentran especificadas en el recuadro.

otras áreas de estudio. La definición de una estructura social poligínica parece darse con mayor claridad en Mapimí para *U. parapygas* que para *U. exsul* en Viesca y Bilbao. En Mapimí parece más probable que un macho pueda llegar a copular con varias hembras. La estructura geométrica de las áreas de actividad de mayo, tanto de 1998 como de 1999 (época de reproducción), parecen definir una estructura social poligínica en Mapimí.

Tasas de crecimiento

Tasas de crecimiento diario en LHC: la tendencia observada (Fig. 26) sugiere que hay una disminución gradual de la tasa de crecimiento conforme aumenta la edad de los individuos. Es decir una relación inversamente proporcional entre la tasa de crecimiento y la clase de edad. En *U. parapygas* se observa claramente esta tendencia; sin embargo, para *U. exsul* hay un altibajo en las primeras clases de edad (crías y jóvenes). Se sugiere que la tendencia natural (genética) de la especie se puede ver modificada por factores ambientales que pueden incidir en las oscilaciones de la tasa de crecimiento. El principal factor es la disponibilidad de alimento, originada por la baja productividad del ecosistema en temporadas de sequía.

Tasas de crecimiento diario en peso: en este parámetro no se observó una tendencia definida (Fig. 27), dado que se pueden observar tasas similares independientemente de la clase de edad. No obstante se aprecia que los machos jóvenes de *U. parapygas* presentaron la mayor tasa de crecimiento diario. Estas variaciones están relacionadas con la disponibilidad de alimento, el gasto energético en época reproductora y otras actividades. Es pertinente ampliar cuando menos dos años más este estudio, para estandarizar el error muestra) y homologar los grupos de datos.

Sobrevivencia

El análisis de sobrevivencia mostró una mayor mortalidad en las primeras etapas de desarrollo (crías y jóvenes), la cuál fue de 80% en *U. exsul* y de 83% para *U. parapygas*. Las hembras adultas tuvieron una tasa de sobrevivencia anual promedio de 0.21 para *U. parapygas* y 0.23 para *U. exsul*. Los machos adultos tuvieron una tasa de sobrevivencia anual promedio de 0.19 tanto para *U. parapygas* como para *U. exsul*. En el caso de organismos subadultos se obtuvo una tasa de sobrevivencia anual promedio de 0.17 para *U. parapygas* y de 0.34 para *U. exsul*. Y los machos subadultos tuvieron una tasa de sobrevivencia anual promedio de 0.24 para *U. parapygas* y de 0.14 para *U. exsul* (Fig. 28).

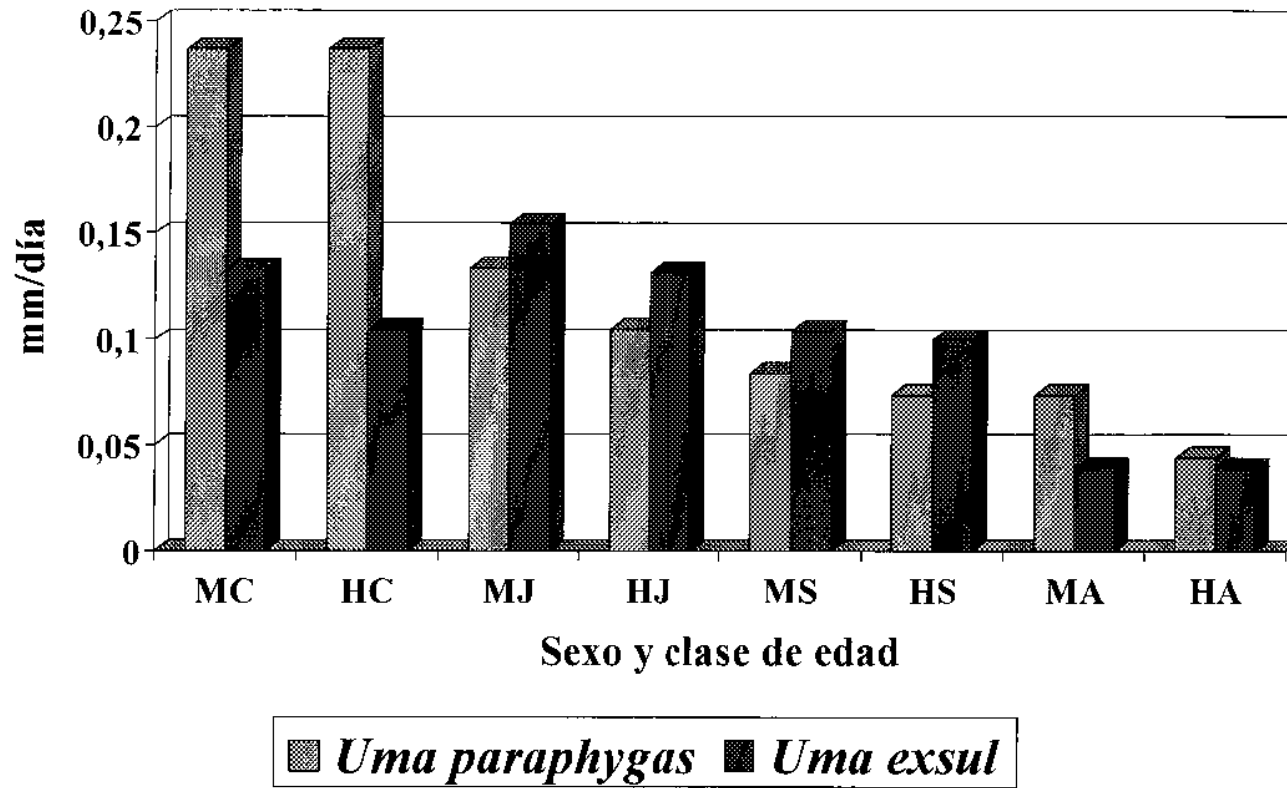


Fig. 26. Tasas de crecimiento promedio diario en LHC considerando sexo y clases de edad (Hembras, Machos, Adultos, Subadultos, Jóvenes, Crías)

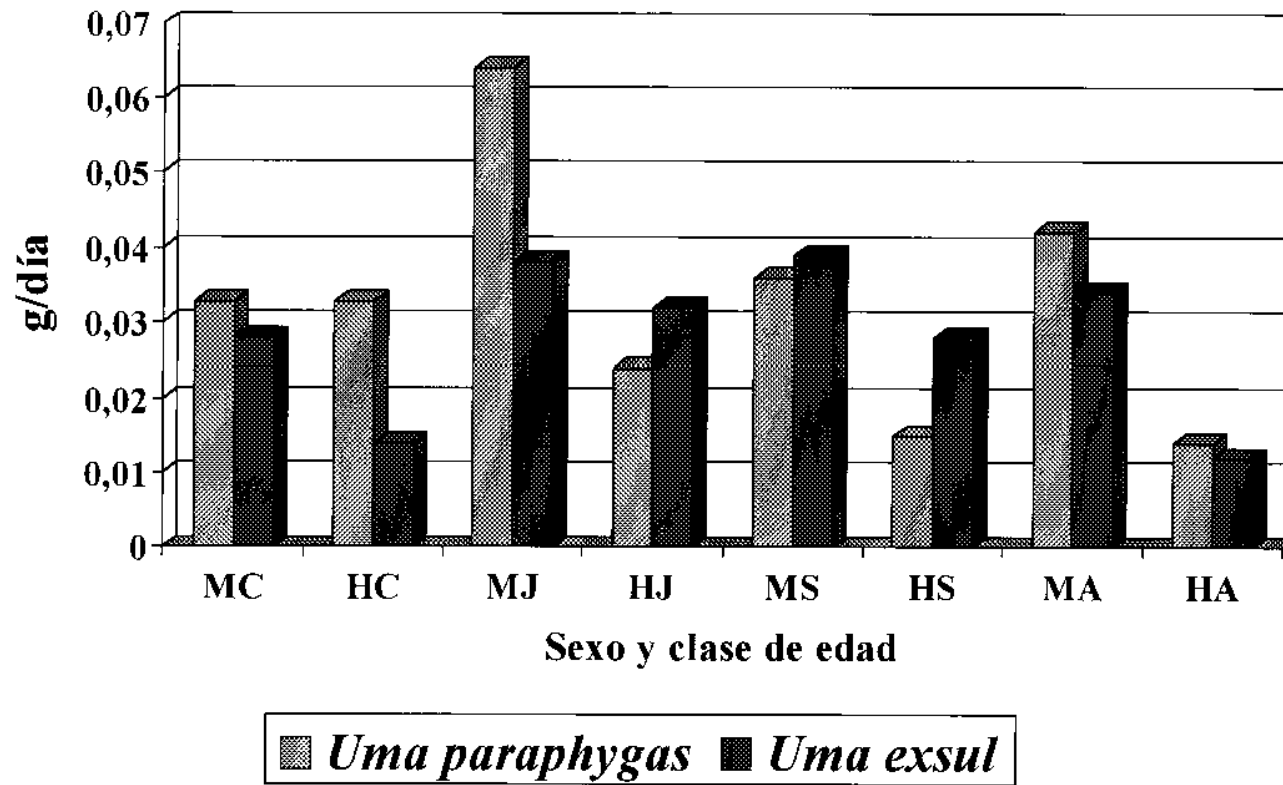


Fig. 27. Tasas de crecimiento promedio diario en Peso considerando sexo y clases de edad (Hembras; Machos; Adultos; Subadultos; Jóvenes; Crías)

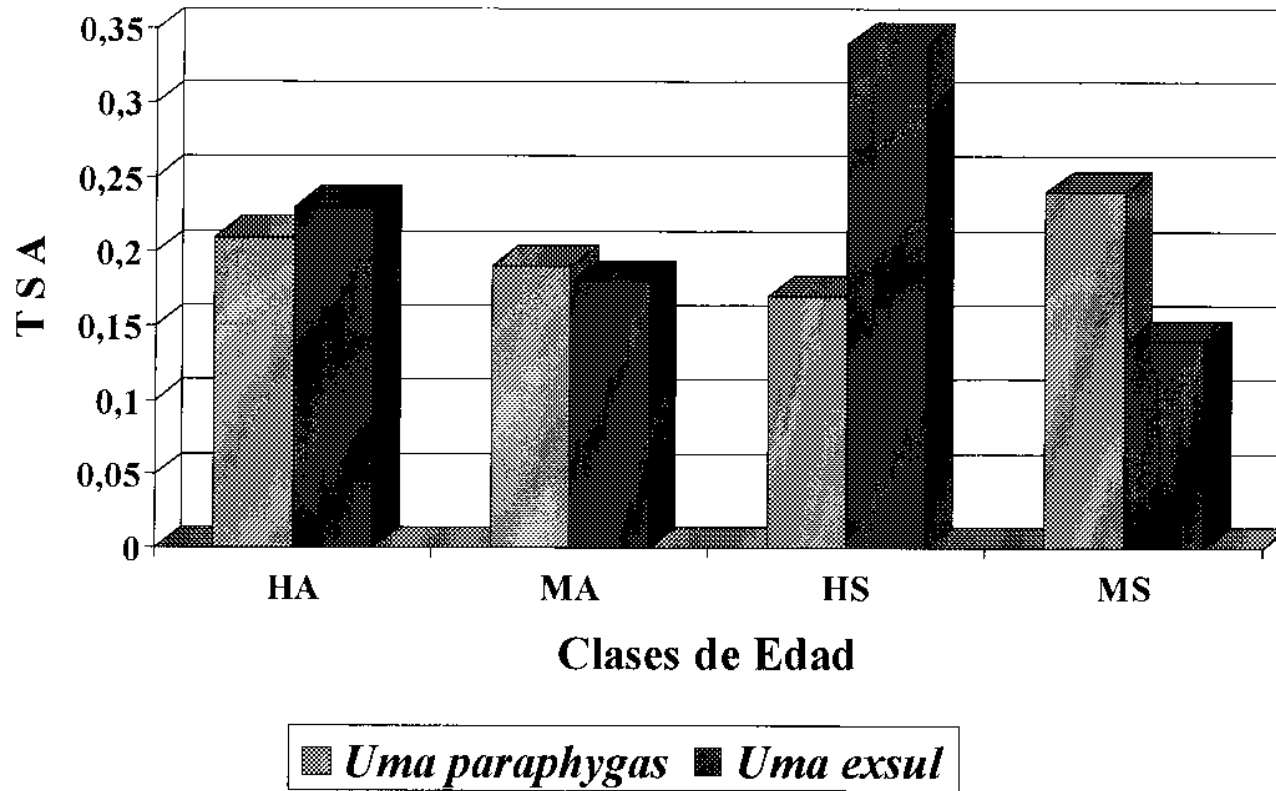


Fig. 28. Tasas promedio de sobrevivencia anual (TSA) 1997-1999, considerando sexo y clases de edad. Hembras Adultas, Machos Adultos, Hembras Subadultas, Machos Subadultos,

Trayectorias de crecimiento

Uma paraphygas. - Las evidencias de captura-recaptura (1997-1999) indican que independientemente de la época de nacimiento, la madurez sexual en las hembras se alcanza en un promedio de cinco meses (Fig. 29). Y en el caso de los machos esta madurez sexual se alcanza en un promedio de nueve meses (Fig. 30).

Uma exsul. - En esta especie la madurez sexual en las hembras se alcanza en un promedio de siete meses y medio (Fig. 31). Y para los machos la madurez sexual se alcanza en un promedio de diez meses y medio (Fig. 32).

En contraste, en las tres especies de *Uma* del suroeste de los Estados Unidos, la gran mayoría de los individuos de ambos sexos alcanzan la madurez reproductora durante el segundo verano después del nacimiento (Mayhew, 1965, 1966 a, b). Esta diferencia significativa en la adquisición de la madurez sexual en las dos especies de lagartijas mexicanas, puede estar compensando las fuertes presiones a las que se encuentran sujetas, al presentar una distribución geográfica muy restringida, fragmentación de su hábitat, escaso número efectivo de sus poblaciones, y alto porcentaje de endogamia. Asimismo, el menor tamaño del cuerpo de las dos especies mexicanas, también favorece una madurez sexual más rápida que en las otras especies de *Uma*.

Tablas de vida

La tabla de vida para *U. exsul* (Cuadro 4) muestra una tasa de reemplazamiento por generación $R_0 = 1.0$ y para *U. paraphygas* una $R_0 = 0.99$ (ver Cuadro 5), que dan la pauta para suponer que las dos especies se mantienen "en equilibrio" a pesar de los cambios ambientales radicales que se dan como el aporte pluvial, que influyen en la estructura y dinámica de sus poblaciones.

Cuadro 4. Tabla de vida general para *Uma exsul* en el Municipio de Viesca, Coahuila.

Clase de edad x			Fecundidad	
			mx	Lx mx
0	428	1	0	0
0.62	96	0.224	2.5	0.56
1.62	61	0.142	3	0.42
2.62	14	0.032	3	0.09
3.62	2	0.004	3	0.01
				$R_0 = 1.0$

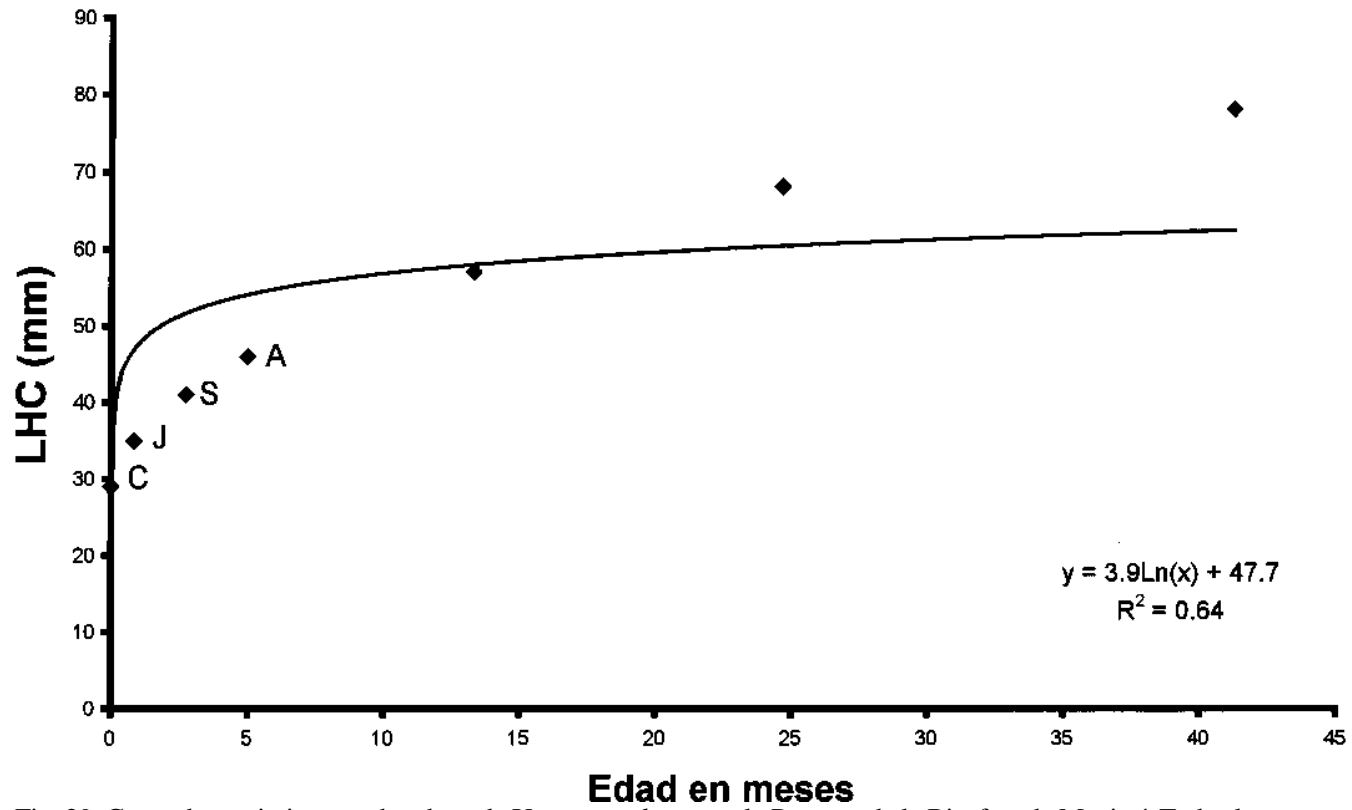


Fig. 29. Curva de crecimiento en hembras de *Urna paraphygas* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Todos los puntos son promedios de un período de tres años (1997-1999). Adultos, Subadultos, Jóvenes y Crías.

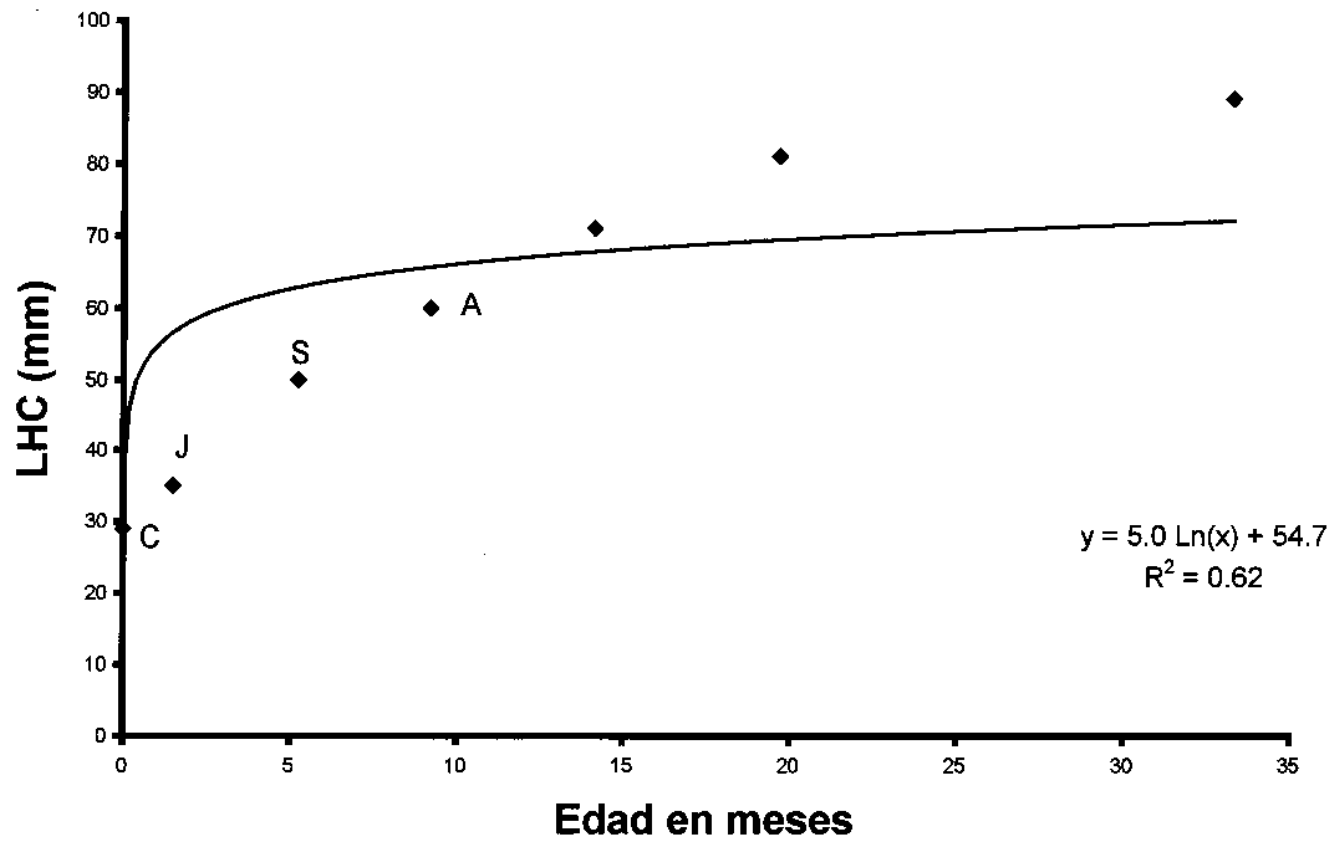


Fig. 30. Curva de crecimiento en machos de *Uma parapygas* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Todos los puntos son promedios de un período de tres años (1997-1999). Adultos, Subadultos, Jóvenes y Crías.

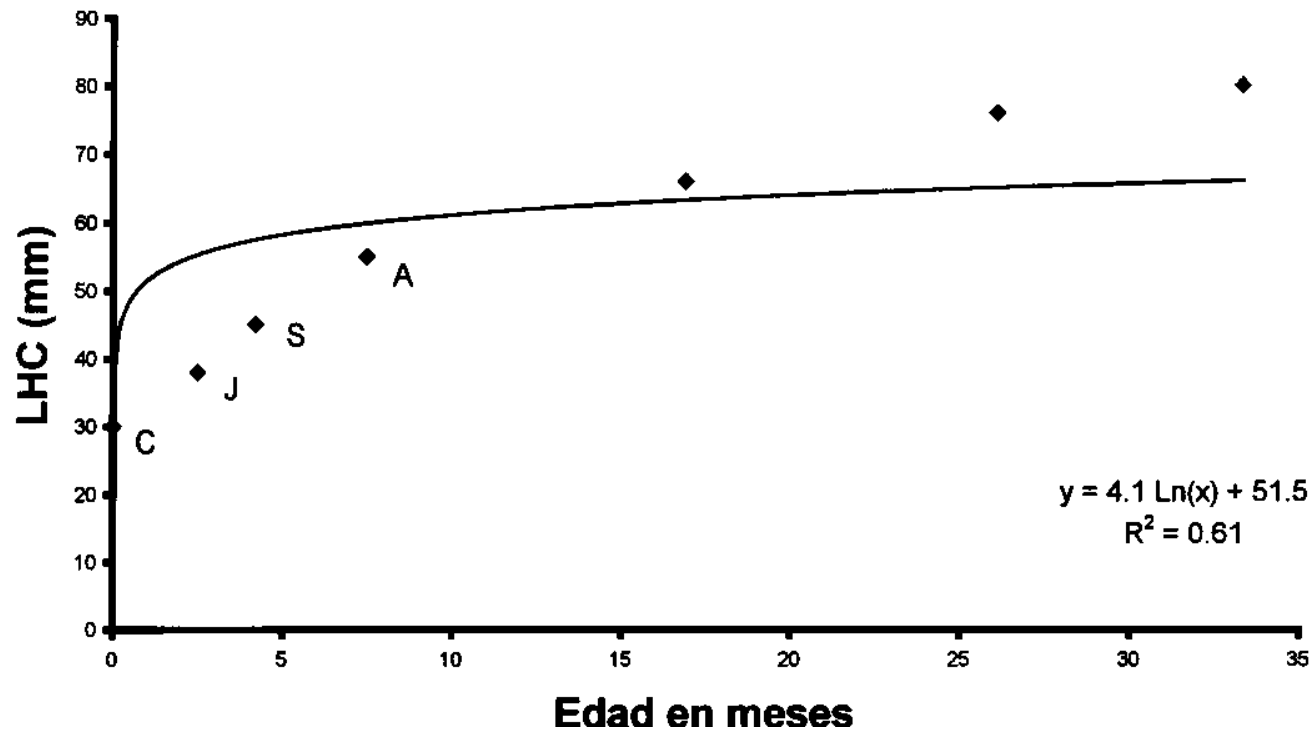


Fig. 31. Curva de crecimiento en hembras de *Urda exsul* en el Municipio de Viesca, Coah. Todos los puntos son promedios de un período de tres años (1997-1999). Adultos, Subadultos, Jóvenes y Crías.

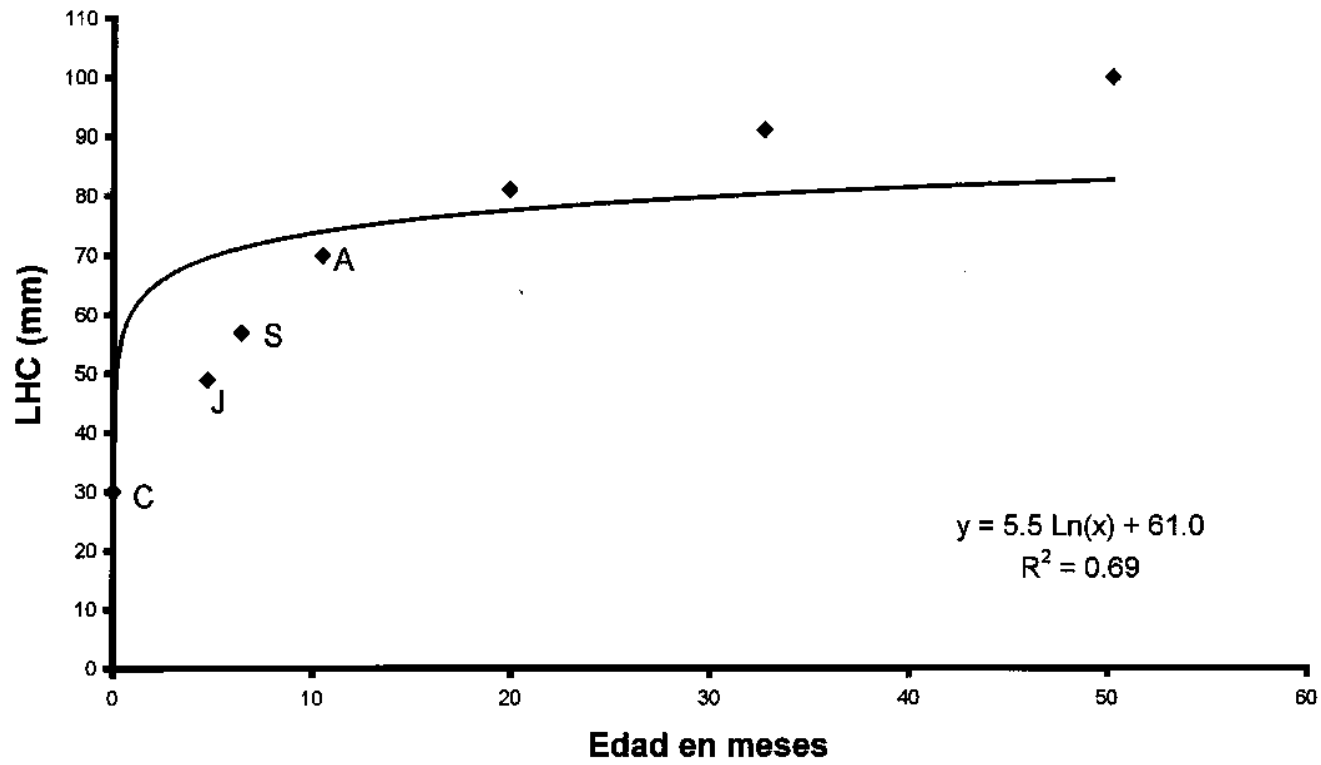


Fig. 32. Curva de crecimiento en machos *de Una exsu I* en el Municipio de Viesca, Coah. Todos los puntos son promedios de un período de tres años (1997-1999). Adultos, Subadultos, Jóvenes y Crías.

Cuadro 5. Tabla de vida general para *Urna paraphygas* en la Reserva de Biosfera de Mapimí.

Clase de edad x	Número de individuos ax	Sobre- vivencia Ix	Fecundidad mx	Ix.mx
0	772	1	0	0
06	128	0 165	25	041
1 6	101	0 130	3 75	0 49
2 6	16	0 020	3 75	0 07
3 6	2	0 002	3 75	0.009
				Ro = 0.99

Tiempo de generación y edad de maduración

La aparente contradicción entre el tiempo de maduración de 5 meses y el tiempo de generación de 1.2 años en *U. paraphygas*, y de 7.5 meses y 1 año respectivamente en *U. exsul*, se debe a que el intervalo de tiempo en que nacen las crías (primavera-otoño) es muy extenso y las crías nacidas al inicio de la primavera alcanzan a reproducirse a inicios del otoño; no así las hembras nacidas a fines de verano y durante el otoño, que podrán reproducirse hasta la primavera del siguiente año. Krebs (1985) hace esta consideración alertando sobre la interpretación de la estimación del tiempo de generación al decir que: "la duración promedio de una generación es una definición aproximada, dado que la descendencia nace a lo largo de un periodo y no en forma simultánea". Otro factor que modifica el tiempo de maduración y el tiempo de generación es el período de hibernación durante el invierno, en el que estas lagartijas disminuyen su metabolismo y permanecen enterradas durante la mayor parte del mismo.

Estrategia de conservación de los ecosistemas de dunas

Para establecer un programa de conservación en estas zonas de estudio es necesario abarcar y hacer converger varios aspectos:

a) Enfoque holístico

La radical separación de los mundos social y natural es un subproducto de la cultura industrial-mercantil. Sólo un enfoque holístico y dinámico puede romper esta dicotomía y la dependencia del mundo natural de los imperativos del social, para llegar a fundir las políticas rectoras de ambos sistemas en una sola. Esta es una forma de superar el limitado concepto de área de conservación, extraño a su entorno social y a su país (Halffter, 1984).

La conservación de los ecosistemas de dunas en donde habitan estas dos especies de lagartijas debe enfrentarse a través de una estrategia integral (en donde necesariamente se haga participar a diferentes sectores de la sociedad), la cuál constituye una condición *sine qua non* para poder conservar ecosistemas tan frágiles como lo son las dunas de arena, que *per se* presentan un gran valor estético con su vegetación particular,

b) Visión de comunidad biológica

Debemos en principio partir del hecho de que estas especies son parte integral de su comunidad y están inmersas en tramas ecológicas específicas dentro de la misma, y que ésta comunidad manifiesta características emergentes particulares de los ecosistemas en donde habita; en nuestro caso las dunas de arena. Por consiguiente, cualquier estrategia de conservación *in situ*, conlleva a la protección del hábitat de estos organismos y por ende a la protección de todos los integrantes de su comunidad. Debido a la fragilidad de los ecosistemas en donde habitan *U. exsul* y *U. paraphygas*, evidentemente ellas forman un eslabón muy importante de las relaciones interespecíficas en su comunidad, su extinción traería consecuencias ecológicas aún impredecibles, debido entre otros factores a que son parte de la dieta de muchos depredadores (víboras, culebras, correcaminos, halcones, coyotes, etc.) y a su vez ellos son consumidores muy heterogéneos en su dieta de artrópodos (fundamentalmente insectos), ver Gadsden y Palacios-prona (1997), Necesariamente estos hechos deben ser utilizados en la proposición de una área de conservación tan específica en germoplasma.

c) Características inherentes en las lagartijas de arena

Por otro lado, existen varias características de estas especies de lagartijas en peligro (distribución geográfica muy restringida y fragmentada, viven exclusivamente en dunas ecológicamente frágiles y muy sensibles a la destrucción de la vegetación, variación genética muy erosionada, vagilidad escasa, y números poblacionales bajos) que pueden utilizarse como punta de lanza para la difusión en ciertos ámbitos de nuestra sociedad (sectores gubernamental, social e iniciativa privada) y tener aún más elementos para que pueda ser apoyada una propuesta posterior (regulada por las normas de la SEMARNAP) de una o varias áreas naturales protegidas en esta zona.

En el caso de *U. paraphygas*, su área de distribución se localiza tanto en la zona de amortiguación como en la zona de influencia de la Reserva de Biosfera de Mapimí. Sin embargo, urge una zonificación más fina de estas áreas, que permita la conservación más adecuada de los ecosistemas de dunas al norte de la reserva, Asimismo, el área de distribución de *U. exsul* se encuentra mucho más restringida y está cercana al cordón agrícola de la "La Laguna", por lo que es

prioritario el establecimiento de una o varias áreas naturales de protección en ese sitio. Se podrán utilizar los resultados (por concluirse en Canadá) de la variabilidad genética (ADN mitocondrial) de las diferentes poblaciones; para seleccionar como áreas prioritarias las poblaciones con mayores variantes genéticas.

d) Ecología de las poblaciones y monitoreo permanente

Uno de los retos más importantes para este trabajo (y la mayoría de los estudios de ciencia básica en nuestra área de conocimiento) es establecer los nexos adecuados entre el conocimiento de la ecología básica de las especies de reptiles que hemos adquirido y la aplicación empírica de un modelo de conservación viable.

Las tasas de sobrevivencia, mortalidad y el cálculo de la tasa de reemplazamiento poblacional nos evidencia que las poblaciones estudiadas aparentemente están en equilibrio, es decir en general no están decreciendo a pesar de las presiones crecientes antrópicas sobre su hábitat y del proceso de desertificación que ha venido operando en el Desierto Chihuahuense. Esta información puede ser un elemento importante de apoyo al tratar posteriormente de formalizar legalmente una área de protección del hábitat de estos organismos.

Los resultados del comportamiento de las densidades, el cálculo de las áreas de actividad, la definición de la estructura social de las poblaciones, el uso de los micro hábitats, nos dan una idea de la extensión y diversidad estructural (ej. tipo de vegetación) del ambiente de ciertas áreas que pretendan protegerse.

En cuanto al tamaño mínimo de una población viable de individuos que se reproduzcan entre sí y que se pretenda conservar, no va a existir una cifra mágica, de manera que la utilización juiciosa de la información ecológica disponible, combinada con el sentido común, tendrán que proporcionar una orientación aproximada, hasta que un número mayor de estudios en esta zona, proporcionen estimaciones más fidedignas sobre los números de individuos que se requieren. Las estimaciones generales fluctúan desde 50 individuos no emparentados que se cruzan entre sí, para una conservación a corto plazo, hasta 500 individuos para que se adapten y sobrevivan a largo plazo (ver Franklin, 1980; Frankel y Soule, 1981; Soule y Simberloff, 1986). Considerando lo anterior, es posible encontrar aproximadamente 50 individuos adultos de estas lagartijas en cuatro hectáreas, Por tanto, es necesario tratar de conservar mínimo cuarenta hectáreas para contemplar quinientos individuos adultos que puedan sobrevivir a largo plazo. Hay que considerar que en estas áreas (Viesca y Mapimí) no se encuentran manchones de dunas con esta extensión; y las dunas se encuentran fragmentadas. Entonces una estrategia viable sería preservar varios manchones de dunas (con superficies que oscilen entre cuatro y más hectáreas) que

presenten la vegetación y tipo de suelo adecuado. No obstante, es necesario el monitoreo permanente de estos organismos, para detectar el comportamiento de las poblaciones a mediano y largo plazo debido a que están siendo sometidas a fuertes alteraciones de su hábitat por acción del hombre.

e) Difusión y programas educativos

Por otra parte, será necesario efectuar una labor constante (paralela al trabajo de monitoreo permanente de las especies) de difusión de la importancia de preservar los sistemas ecológicos de dunas en donde habitan estos lacertilios, a través de diversos medios de comunicación (periódicos nacionales y regionales, radio, televisión, revistas de difusión).

Otro argumento paralelo dentro del contexto de conservación de estos ecosistemas, sería el difundir en medios universitarios que las dunas de origen continental en zonas desérticas como el Bolsón de Mapimí, son evidencias paleoclimáticas e indicadores de la evolución climática desarrollada a través del Cuaternario reciente; y el promover a diferentes instituciones a que estudien las mismas, puede ir conformando un indicador de los procesos actuales de desertificación en esa región.

Un aspecto crucial es el establecimiento de un programa de conservación de los ecosistemas de dunas, que involucre a los pobladores locales (ejidatarios) en talleres de educación ambiental, que tengan el objetivo de conservar y entender la fragilidad ecológica de los ecosistemas de dunas, acorde con un programa potencial de ecoturismo controlado.

f) Evitar desaparecer la dinámica natural de las dunas de arena

Así mismo, es imperativo hacer hincapié que estos sistemas de dunas corresponden a la parte baja de las cuencas de los ríos Aguanaval y Nazas y que lo que afecta la parte superior de estas, a su vez tiene repercusiones ecológicas en la parte baja de las mismas, en este caso específico de las dunas de arena.

Es importante detectar las fuentes fundamentales que proveen o proveían de arena a las dunas tanto del Municipio de Viesca como de las dunas de la Reserva de Biosfera de Mapimí. De manera que hay que evitar en la manera de lo posible, la extinción de estas fuentes. De lo contrario se estará interrumpiendo la dinámica natural de estos sistemas. El efecto de esto sería la compactación de las dunas y la "fosilización" de las mismas; extinguiéndose todos los organismos (como serían las lagartijas objeto de este estudio) que están especializados para habitar estos delicados ecosistemas.

g) Designar oficialmente una o varias áreas protegidas para la conservación de los ecosistemas de dunas

Dadas las restricciones biológicas de las especies de este estudio y de lo específico de su hábitat, la categoría de área natural protegida que más se ajusta a sus propiedades podría ser la de "Santuario", que sería "aquella área que se establece por la presencia de especies, subespecies, o hábitat de distribución restringida"(SEMARNAP, 1997). Si se agrega a esto que las especies estudiadas son endémicas y están en peligro de extinción, se presume urgente la formalización legal para el establecimiento de áreas de protección en esta región.

h) Un plan de colaboración con el sistema de conservación en el Valle de "Coachella" en el Sur de California

El sistema de preservación del hábitat de la lagartija *Uma inornata* en el Valle de Coachella, fue uno de los primeros planes de conservación creado bajo el Acto de Especies en Peligro. Este plan ha sido el heraldo de cómo reconciliar los disparatados intereses del desarrollo humano y las necesidades de hábitat de las especies en peligro. Y ha sido un modelo para resolver los conflictos de conservación para la satisfacción de todas las partes. La idea es establecer un modelo análogo de conservación en las dunas mexicanas en donde se contemplen áreas de exclusión (dedicadas exclusivamente a la investigación) y otras con un uso sustentable (ecoturismo estrictamente regulado).

CONCLUSIONES

Urna paraphygas y *Urna exsul* son dos especies de lagartijas que maduran sexualmente de manera muy rápida con respecto a otras especies de lagartijas que habitan en el desierto. Así mismo, la tasa de reemplazamiento poblacional en ambas y las fluctuaciones balanceadas de su densidad, nos sugieren que al menos tres de las poblaciones estudiadas (las dos de Mapimí y la de Bilbao) están en "equilibrio". El mismo se logra a pesar de los cambios drásticos ambientales entre años (como la disminución del aporte pluvial).

Un aspecto interesante que se detectó, es que a pesar de que en Mapimí existe una mayor biodiversidad vegetal (los microhábitats son más variados) y aparentemente existe una mayor heterogeneidad y abundancia de artrópodos (alimento de estas lagartijas), no se obtuvo una densidad significativamente mayor que en las dos áreas del Municipio de Viesca_ Lo cuál nos indica que existen otros parámetros que están regulando la densidad en este grupo de lagartijas, como podría ser la conducta agonística de los machos dominantes.

El problema central (sobre todo para *U. exsul*) es la alteración, fragmentación, y compactación de su hábitat por acciones antrópicas. Es necesaria una estrategia integral que apunte a la conservación de varias áreas en donde se seleccionen ciertos ecosistemas de dunas (que cumplan específicos requerimientos ecológicos, físicos y de extensión) y que considere primordialmente los siguientes aspectos: a) visión de comunidad biológica, b) características biológicas de estas especies de lagartijas (ecológicas y genéticas), c) monitoreo permanente de las poblaciones, d) difusión y programas educativos (considerando como crucial la participación de la gente local) sobre la fragilidad de las dunas y su uso potencial en ecoturismo regulado, e) evitar en lo posible que desaparezca la dinámica natural de las dunas, g) designar oficialmente varias áreas protegidas para preservar los pequeños ecosistemas de dunas que aún se encuentran, y h) promover un plan internacional de colaboración binacional, con el sistema de conservación del hábitat de la lagartija *Uma inornata* del Valle de "Coachella" en el sur de California, el cuál ha demostrado ser muy exitoso en la práctica.

LITERATURA CITADA

- Adest, G. A. 1977. Genetic relationships in the genus *Uma* (Iguanidae). *Copeia* 1977:47-52.
- Barbault, R. 1980. Estructura y estrategias en comunidades. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 32: 120-126.
- Brower, J. E., y J. H. Zar. 1980. Field and Laboratory Methods of General Ecology. Wm. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa.
- Commins, M. L., y A. H. Savitsky. 1973. Field observations on a population of the sand lizard *Uma exsul*. *J. Herpetol.* 7:51-53.
- Dávila-Carrasco, M. 1995. Determinación del ciclo reproductivo de *Uma exsul* (Sauria: Phrynosomatidae) en las dunas de Bilbao, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Durtsche, R. D. 1992. Feeding time strategies of the fringe-toed lizard, *Uma inornata*, during breeding and non-breeding seasons. *Oecologia* 89: 8589.
- Fox, S. F. 1975, Natural selection on morphological phenotypes of the lizard *Uta stansburiana*. *Evolution* 29: 95 - 107.
- Gadsden-Esparza, H. 1995 Ecología de gremios parapátricos de lagartijas de dunas del Bolsón de Mapimí. Informe técnico final del proyecto CONACyT

No. 1367-N9206, México.

- Gadsden, H. E. y L. E. Palacios-Orona 1997. Seasonal dietary patterns of the mexican fringe-toed lizard (*Urna paraphygas*). *Journal of Herpetology* 31: 1-9.
- Gadsden-Esparza, H., F. R. Méndez-De la Cruz., R. Gil-Martinez., y G. CasasAndreu. 1993. Patrón reproductivo de una lagartija (*Urna paraphygas*) en peligro de extinción. *Bol. Soc. Herpetól. Mex.* 5:42-50.
- Guerra, G. M. 1995. *Ámbito hogareño de un gremio de lagartijas en las dunas de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Durango.* Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.
- Krebs, CH. J. 1989. *Ecological Methodology.* Harper Collins, New York.
- Mayhew, W. W. 1965. Reproduction in the sand-dwelling lizard *Uma inornata*. *Herpetologica* 21:39-55.
- Mayhew, W. W. 1966a. Reproduction of the psammophilous lizard *Uma scoparia*. *Copeia* 1966:114-122.
- Mayhew, W.W. 1966b. Reproduction in the arenicolous lizard *Urna notata*. *Ecology* 47:9-018.
- Morafka, **D.J.** 1976. *A Biogeographical Analysis of the Chihuahuan Desert Through its Herpetofauna.* Biogeographica Monologues. Junk-Verlag, The Hague.
- Morafka, D. J., G. A. Adest, **L.M.**Reyes, G. L. Aguirre y S. S. Lieberman. 1992. Differentiation of North American deserts: A phylogenetic evaluation of a vicariance model. In: *Biogeography of Mesoamerica Proceedings of a Symposium.* Mérida, Yucatán, México. October 1984. Eds. Steven P. Darwin and Arthur L. Welden, Tulane Univ. New Orleans.
- Mosauer, W. 1932. Adaptive convergence in the sand reptiles of the Sahara and California. *Copeia* 1932: 72-78.
- Mosauer, W. 1935. The reptiles of a sand dune area and its surroundings in the Colorado Desert, California: a study in habitat preference. *Ecology* 16:1327.
- Muth A. y Fisher M. 1991. *Population Biology of the Coachella Valley Fringe-toed lizard, Uma inornata.* Development of the procedures and base line data for long-term monitoring of population dynamics. Reporte final para California

Department of Fish and Game, contrato 86/87 C-2056 y 87/88 C-20-56. 6/p. Más apéndices.

- Nevo, E., Y. J. Kim, C. R. Shaw y C. S. Thae144er, Jr. 1974. Genetic variation, selection and speciation in *Thomomys to/poides* pocket gophers. *Evolution* 28:1-23.
- Norris, K. S. 1958. The evolution and systematics of the iguanid genus *Uma* and its relation to the evolution of other North American desert reptiles. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 114:247-326.
- Palacios-Orona, L.E. 1993. Patrones alimentarios en un gremio de lagartijas en dunas del Bolsón de Mapimí. Tesis de Licenciatura. Universidad Juarez del Estado de Durango.
- Pough, F. H. 1969. Physiological aspects of the burrowing of sand lizards (*Uma*, Iguanidae) and other lizards. *Comp. Biochem. Physiol.* 31:868-884.
- Schmidt, K. P. y C. M. Bogert. 1947. A new fringe-footed sand lizard from Coahuila, Mexico. *Amer. Mus. Novit.* 1139: 1-7.
- Schnabel, Z. E. 1938. The estimation of the total fish population of a lake. *Am. Math. Montly* 45: 348 - 352.
- Schumacher, F.X. y R.W. Eschmeyer, R.W. 1943. The estimation of fish populatins in lakes and ponds. *J. Tennessee Acad. Sci.* 18: 228-249.
- Seber, G. A. 1982. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters.* Griffin, London.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1981. *Biostatistics*, 2nd ed. Freeman, San Francisco.
- Stüwe, M. y Ch. E. Blohowiak. 1985. Micro-computer Programs for the Analysis of Animal Locations (MACPAAL, version 1.2). Conservation and Research Center National Zoological Park Smithsonian Institution.
- Tinkle, D. W. y A. E. Dunham. 1986. Comparative life histories of two syntopic Sceloporine lizards. *Copeia* 1986:1-18.
- Trivers, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection. In: *Sexual selection and descent of man, 1871-1971*, Ed. B. Campbell. Chicago: Aldine.
- Turner S. y C. Schwalbe. 1998. Ecology of Cowles Fringe-toed Lizard. Arizona Game and Fish Department. Heritage Fund, Proyecto No. 195042. Reporte final IIPAM, No. 195042.